

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

*Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються
за освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів та
магістрів з напрямку «Агрономія»*

ВІННИЦЯ – 2013

УДК: 633:581.5:631.5:075.8

ББК: 41.2я73+42.1-4я73

Е-45

*Гриф надано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
(лист №1/11-4345 від 26.02.2013 р.)*

Автори: В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська,
Л.М. Єрмакова.

Рецензенти:

М.І. Бахмат, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік МАНЕБ, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри рослинництва і кормовиробництва, ректор Подільського державного аграрно-технічного університету

В.В. Мойсієнко, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри рослинництва Житомирського національного агроекологічного університету

А.В. Бикін, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна Національного університету Біоресурсів і природокористування України

Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова. – Вінниця, 2013. – 713 с.

У підручнику охарактеризовано і систематизовано вплив основних факторів життя та біологічних особливостей на ріст і розвиток рослин, фактичний науково-практичний матеріал із дисциплін “Екологічно чисті технології вирощування сільськогосподарської продукції”, “Еколого-біологічне рослинництво”, “Наукові основи вирощування екологічно чистої продукції”, “Системи сучасних інтенсивних технологій”. Висвітлено значення, біологічні, морфологічні та ботанічні особливості основних груп польових культур. Представлено адаптивні технології вирощування сільськогосподарських культур польового клину. Значну увагу приділено характеристиці сучасним технологіям вирощування, їх біологізації та впливу на навколишнє середовище.

Розраховано на фахівців агропромислового комплексу, студентів, магістрів, аспірантів та викладачів вищих навчальних закладів II-IV рівнів акредитації.

ISBN

ВНАУ, 2013

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОСЛИННИЦТВА	9
1.1. Характеристика та класифікація екологічних факторів життя рослин	9
1.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов України	34
РОЗДІЛ 2. АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР	42
2.1. Посухо- та жаростійкість	42
2.2. Критичні періоди та періоди найбільшого поглинання вологи	46
2.3. Морозо- та зимостійкість	50
2.4. Методи визначення морозо- та зимостійкості озимих культур	55
РОЗДІЛ 3. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР	59
3.1. Фотосинтетична діяльність рослин	59
3.2. Елементи продуктивності рослин на різних етапах органогенезу	74
3.3. Ріст і розвиток рослин	78
3.4. Характеристика фенологічних фаз та етапів органогенезу польових культур	82
3.5. Регулятори росту рослин	95
3.6. Основні показники якості насіннєвого матеріалу	99
3.7. Вплив сортів і гібридів на покращення екологічного стану в рослинництві	113
РОЗДІЛ 4. КОРЕНЕВЕ ЖИВЛЕННЯ ТА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ РОСЛИН	123
4.1. Формування якості продукції	

в інтенсивному землеробстві	123
4.2. Фізіологічні основи кореневого живлення	128
4.3. Вплив ґрунтово-кліматичних чинників на мінеральне живлення рослин	143
4.4. Види та системи застосування добрив	146
4.5. Види та значення хімічних меліорацій	167
4.6. Застосування сидератів	177
4.7. Біотехнології та використання ЕМ-технологій у рослинництві	185
РОЗДІЛ 5. АГРОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОСЛИННИЦТВА	197
5.1. Сівозміна – важливий біологічний і агроекологічний фактор рослинництва	197
5.2. Система обробітку ґрунту	203
5.3. Площа живлення та сівба польових культур	210
5.4. Строки збирання врожаю польових культур	216
5.5. Біоенергетичні основи рослинництва	220
РОЗДІЛ 6. АГРОЕКОСИСТЕМИ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ	225
6.1. Поняття та умови функціонування агроecosистем	225
6.2. Основні заходи поліпшення екологічного стану полів	237
6.3. Заходи боротьби із шкочочинними організмами та якість рослинницької продукції	247
6.3.1. Характеристика гербіцидів та наслідки їх застосування	248
6.3.2. Захист рослин від шкідників і хвороб та шляхи зниження пестицидного забруднення навколишнього середовища	261
6.4. Особливості поведінки пестицидів у навколишньому середовищі	276
6.5. Біологічні методи боротьби з шкодо чинними об'єктами	283
6.6. Забруднення нітратами, нітритами, важкими металами та іншими хімічними речовинами	288

6.7. Особливості вирощування польових культур на територіях радіоактивного забруднення	294
РОЗДІЛ 7. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА УМОВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ	310
7.1. Загальна характеристика технологій	310
7.2. Інтенсивні технології вирощування зернових культур	314
РОЗДІЛ 8. БІОЛОГІЗАЦІЯ РОСЛИННИЦТВА	334
8.1. Адаптивна стратегія інтенсифікації стійких агроecosистем	334
8.2. Основні різновиди біологічного землеробства	337
8.3. Ефективність і перспективи біологічного землеробства	341
8.4. Точне землеробство	346
8.5. Ґрунтозахисна технологія вирощування польових культур в умовах схилених земель України	350
РОЗДІЛ 9. АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ ГРУП КУЛЬТУР	360
9.1. Зернові культури	360
9.1.1. Озимі зернові злакові культури	368
9.1.2. Ярі хліба	398
9.1.3. Ранні ярі зернові злакові культури	399
9.1.4. Пізні ярі зернові	412
9.1.5. Зернобобові культури	452
9.2. Загальна характеристика коренеплодів	487
9.3. Бульбоплоди	510
9.4. Олійні культури	524
9.5. Ефіроолійні культури	580
9.6. Прядивні культури	602
9.7. Ароматичні культури	612
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	624
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	630
ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ	708

ВСТУП

Основою виробництва високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур є створення оптимальних агроекологічних і технологічних передумов на базі фотосинтезуючої діяльності їх посівів, при одночасному збереженні та підвищенні родючості ґрунту.

При всебічній екологізації аграрного виробництва необхідно застосовувати альтернативні підходи до внесення хімічних засобів захисту рослин, більш ширше впроваджувати біологічні та агротехнічні способи, переглянути положення щодо норм мінеральних добрив, замінити їх органічними джерелами живлення рослин, які не мають негативного впливу на довкілля і дають можливість отримувати екологічно чисту рослинницьку продукцію з високими показниками якості.

Саме тому дедалі більше людей, особливо у розвинених країнах, згодні платити за "чисті" продукти на 10-50% дорожче.

Вирощування екологічно-безпечної продукції буде можливим при правильній ціновій політиці на неї. У всьому світі ціна екологічно чистої продукції на 20-40% вища, а в Україні її продають за звичайними цінами. Собівартість такої продукції набагато вища, тому що для органічно чистого землеробства необхідно вкласти гроші в сертифікацію, використовувати спеціалізовані сільськогосподарські знаряддя, склади, застосовувати лише органічну систему удобрення, а середня врожайність зернових при цьому, в залежності від сортових особливостей коливається в межах від 15 до 60 ц/га.

До того ж потрібна сучасна лабораторія, щоб визначати показники екологічної чистоти продукції на молекулярному рівні.

Інтенсифікація землеробства викликала процеси, що обумовлюють значні втрати гумусу. З одного боку, знамениті українські чорноземи є дуже виснаженими, завдяки рокам "промислового" ведення сільського господарства. З іншого боку, через десятиліття економічної кризи великі площі землі мали змогу "відпочити" від тон хімікатів, а тому саме зараз було б слушно говорити про відродження органічного землеробства в Україні.

Завдяки застосуванню органічних добрив їх вдасться загальмувати, а потім і припинити.

На разі, в державі потрібно провести відродження не тільки українського села, але й головного багатства України – родючого шару чорноземів. Це буде фактично фундаментом реалізації рослинами біологічних особливостей та їх адаптивних властивостей.

Відомо, що тільки гумус акумулює додаткову біологічну енергію Сонця і дає приріст органічної речовини. В державі мало, що зроблено аби зупинити виснаження чорноземів. Тих чорноземів, які описані В.Докучаєвим, з наявністю гумусу у товщі 35-75 см, на утворення яких природі знадобилося 3500-7000 років, уже майже немає. Україні у спадок дісталася тотальна розореність – 32 млн га або 56,7% території. Це вдвічі більше, ніж у країнах Європи – у них 25% і втричі ніж в США і Канаді – 18%.

Тим часом прихильники індустріальних методів у сільському господарстві вважають, що органічне землеробство потребує більше витрат, відзначається меншою врожайністю, а культури є більш вразливими до різних шкочочинних об'єктів.

Прибічники ж "органіки" стверджують, що такі господарства несуть менші витрати, зокрема через те, що не купують пестицидів, мінеральних добрив, значно менше витрачають пального та й врожайність на "чистій" землі досить часто є вищою за ту, що одержують при застосуванні традиційних технологій.

Світовий ринок органічної продукції оцінюється фахівцями у понад 60 млрд. доларів. При середніх темпах зростання в межах 15% на рік.

Зрозуміло, що органічні продукти вирощують без застосування хімічних та інших засобів інтенсифікації технологій, забезпечуючи натуральний перебіг усього життєвого циклу рослин. Виробничий процес починається від контролю землі, сировини та технологій на відповідність правилам органічного виробництва. Суворому контролю підлягають всі етапи та аспекти виробничого процесу, а також подальше транспортування продукції, зберігання, продаж та утилізація. Все повинно відповідати принципам органічного виробництва.

В Україні станом на 2013 рік зареєстровано понад 152 сертифікованих с.-г. господарств, які вирощують екологічно чисту продукцію рослинництва на площі більше ніж 270 тис. га.

В той же час впровадження інтенсивних технологій активно впливає на біохімічні цикли обміну речовин і на рівновагу природних екологічних систем.

Невпорядковане або надлишкове використання засобів хімізації може призвести до погіршення якості агроландшафтів і одержаної з них продукції рослинництва. В зв'язку з могутнім потоком енергоресурсів на поля, зростає відповідальність землеробів за правильне їх використання, що вимагає чіткого знання та дотримання законів землеробства.

Світовою практикою встановлено, що при підвищенні врожаю вдвоє або втроє енерговитрати на одержання одиниці продукції зростають у більше ніж 10 разів.

Що стосується засобів захисту рослин, то їх використання також неухильно зростає.

Постійно зростаюче хімічне навантаження на навколишнє середовище не може не порушувати екологічної рівноваги в агроландшафтах, що в свою чергу може негативно впливати на якість ґрунтів, вод і продукції рослинництва. Останнім часом обґрунтоване занепокоєння викликає нітратне забруднення цих об'єктів. У зв'язку з необізнаністю значної частини населення з проблемою, визріває громадська думка про шкідливість застосування будь-яких засобів хімізації. А це невірно. Адже без азоту, який є основною причиною нітратного забруднення, неможливе формування білкової молекули. Нітрати в потрібній кількості дуже необхідні для нормального розвитку рослин.

Внаслідок соціальних збоїв сумний досвід Чорнобильської трагедії увійшов в історію досі небаченим радіонуклідним забрудненням навколишнього середовища, в якому, незважаючи на небезпеку, треба жити, вирощувати хліб і навчатися одержувати хоч умовно екологічно чисту продукцію.

Тому досить актуальним наразі є надання пояснення процесам, що відбуваються при науково обґрунтованому і ненормованому навантаженні засобів хімізації на навколишнє середовище, їх впливу на формування якості продукції і намітити шляхи одержання її екологічно чистою.

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОСЛИННИЦТВА

Екологія рослин – це наука, яка вивчає їх відношення і вимоги до умов навколишнього середовища (умов зволоження, освітлення, температури повітря і ґрунту, родючості ґрунту, тощо).

Біологічні особливості рослин дають об'єктивну оцінку за відношенням їх до умов вирощування. Так, одні рослини краще ростуть при дефіциті вологи, інші при її надлишку, а треті – при оптимальному зволоженні. Ця особливість також стосується світла, температури та родючості ґрунту.

Життя рослин, їх ріст та розвиток відбуваються в результаті постійної взаємодії з довкіллям. Найінтенсивніше ці процеси проходять при наявності необхідних факторів у оптимальній кількості. Тому комплексне вивчення закономірностей росту, розвитку та формування врожаю сільськогосподарських культур у системі ґрунт – рослина – атмосфера можливі лише на підставі кількісної та якісної оцінки впливу метеорологічних умов. Найвища продуктивність посівів формується завжди при певному поєднанні метеорологічних елементів та оптимальних їх показників, що визначаються біологічними властивостями рослин. При плануванні й проведенні заходів щодо подальшого розвитку та інтенсифікації сільського господарства необхідно враховувати агрокліматичні умови території. Це дасть змогу максимально використати природні ресурси та послабити вплив несприятливих метеорологічних умов на сільськогосподарські культури.

Тому умовою сучасної технології вирощування є створення відповідних екологічних умов для вегетації польових культур, реалізації їх біологічного потенціалу продуктивності та якості врожаю.

1.1. Характеристика та класифікація екологічних факторів життя рослин

Життєдіяльність рослин зумовлюється умовами природного середовища, в якому вона відбувається. Всі **екологічні фактори** поділяють на дві основні групи: 1) ресурси, які безпосередньо використовуються рослиною (сонячна енергія, вода, елементи мінерального живлення, вуглекислий газ і кисень повітря та ін.); 2) умови, які впливають

на життєдіяльність рослин, такі як тепло (температура повітря і ґрунту), кількість і розподіл атмосферних опадів, роза вітрів, гранулометричний склад ґрунту, його кислотність та ін.

На практиці ресурси і умови часто об'єднують у загальному понятті **агрокліматичні ресурси**.

Увесь комплекс елементів клімату залежно від ступеня його прояву значно впливає на ріст і розвиток культурних рослин. Існують розрахункові та теоретичні рівні врожаїв, що забезпечуються належними ресурсами тепла, вологи, ККД фотосинтезу та родючості ґрунтів, в яких розвиваються культури. За такими показниками визначають **біокліматичний потенціал**, тобто кліматичне забезпечення врожаю. Біокліматичний потенціал місцевості здатний формувати високий рівень продуктивності культур.

Також існує інший підхід до класифікації екологічних факторів, який ґрунтується на їхній природі. При цьому фактори поділяють на такі категорії: 1) **Погодно-кліматичні**, куди переважно належить комплекс атмосферних впливів – температура, волога, включаючи кількість і час опадів, сонячна енергія та ін.; 2) **Едафічні**, які об'єднують усі екологічні впливи на рослину через ґрунт. Це вміст у ґрунті мінеральних речовин і гумусу, його вологість, аерація, кислотність тощо; 3) **Біотичні**, які пов'язані з впливом на рослину інших організмів. Для рослини такий вплив може бути вигідним (наприклад, діяльність комах запилювачів) або шкідливим (діяльність фітофагів; конкуренція за світло, воду і мінеральні сполуки з бур'янами та ін.).

Однією з головних умов, які визначають географію розподілу культур і темпи їхнього розвитку, є кліматичні особливості – кількість тепла, коливання температури, кількість сонячної радіації, тривалість вегетаційного періоду, а також кількість і розподіл атмосферних опадів.

Світло впливає на утворення пластичних речовин. Без нього не можливі життєві процеси більшості рослин, причому має значення не тільки інтенсивність, а й склад світла.

Сонячна енергія – незамінний обов'язковий екологічний фактор існування рослин і біосфери в цілому. Вся поверхня Землі одержує за рік від Сонця, за приблизними оцінками $21 \cdot 10^{20}$ Дж тепла. Зелені рослини в процесі фотосинтезу засвоюють тільки від 0,5 до 5% сонячної енергії.

Більшість польових культур є досить чутливими до умов освітлення, особливо у фазах сходів, початку вегетації, утворення генеративних органів.

Для багатьох рослин світло, яке досягає вологого насіння, є обов'язковим чинником, що забезпечує його проростання. Насіння інших рослин здатне проростати без впливу світлових стимулів, однак за наявності видимого випромінювання процес проростання відбувається краще, наприклад у моркви. Зволожене, опромінене, а потім висушене насіння зберігає ефект, викликаний світловим подразненням, і проростає після висівання у ґрунт. Для деяких рослин світло є чинником, який гальмує проростання насіння, наприклад для багатьох гарбузових.

Вплив *видимого випромінювання на рослини* оцінюють за щільністю випромінювання, спектральним складом, тривалістю освітлення.

Реакція рослин на тривалість освітлення називають **фотоперіодизмом**. Для видів рослин, які виявляють фотоперіодичні реакції, є специфічна (критична) тривалість дня, між 12 і 14 год. За реакцією на світло, тривалість освітлення, рослини умовно поділяють на групи: **довгого дня** переходять від вегетативного етапу розвитку до генеративного, тобто зацвітають, якщо до цього моменту вони розвиваються протягом певного числа днів тривалістю понад 14-17 год. До них належить більшість рослин помірної смуги – пшениця, жито, овес, ячмінь, горох, льон, мак, конюшина, люцерна, буряки, морква, картопля, редис, салат тощо. Рослини **короткого дня**, навпаки, нормально розвиваються за тривалості світлового дня 8-12 год. Це рослини південних широт – просо, кукурудза, квасоля, соя, чина, сорго, еспарцет, гарбузи, кавуни, суданська трава, могар, бавовник, огірки та інші. **Проміжні, або нейтральні**, культури цвітуть і плодоносять, зовсім не реагуючи на тривалість світлового дня (гречка, деякі бобові тощо). Такий поділ є дещо умовним. Так, горох, вика яра та озима (мохната), ячмінь, жито, пшениця, кабачки, гарбузи, кормові та цукрові буряки, соняшник, буркун, ріпак, кукурудза, люцерна та інші добре ростуть в умовах Степу, Полісся та Лісостепової зони.

Характер фотоперіодичної залежності у рослин наближено можна оцінити на основі даних про час цвітіння. Рослини, що цвітуть навесні та наприкінці літа, зазвичай є рослинами короткого дня, а рослини, які цвітуть влітку – довгого світлового дня.

Рослини, вирощені при малому освітленні, характеризуються низьким вмістом хлорофілу та поживних речовин, особливо цукрів. При затіненні збільшується висота рослин, послаблюється кущіння, знижується маса надземних органів і розвиток кореневої системи. Недостатня освітленість у роки з переважанням хмарної погоди є причиною слабкої диференціації тканин рослин, що часто призводить до вилягання зернових культур. Добре освітлені посіви формують високу врожайність доброї якості. Зерно сільськогосподарських культур при достатньому освітленні містить більше білку, клейковини, жиру та інших цінних речовин.

Рослини довгого дня швидше розвиваються при переважанні в світловому потоці червоних променів, короткого дня – синьо-фіолетових. У північних широтах навесні та восени характерне домінування в світловому спектрі червоних променів, протилежне явище спостерігається в південних широтах і влітку.

Рослини, які ростуть в екваторіальній зоні, як правило, не виявляють фотоперіодичних реакцій. Північні рослини, що розвиваються у смузі широт вище за 60°, зазвичай належать до рослин довгого дня або не мають розвинених фотоперіодичних властивостей.

Утримання рослин короткого дня в умовах довгого світлового дня призводить до гігантизму вегетативних частин, затримання розвитку органів розмноження. Наприклад, у цибулі та буряків збільшуються запасуючі органи, тоді як картопля, що належить до рослин довгого дня, дає найбільші бульби восени, коли тривалість дня помітно менша за мінімальну для її надземних частин. У рослин довгого дня, які розвиваються в умовах короткого світлового дня, іноді спостерігається вкорочення міжвузль і формування приземних розеток листків.

Оскільки розвиток органів розмноження негативно корелює з розвитком вегетативних органів, це практично використовують при вирощуванні рослин. Відомо, що чинники, які гальмують розвиток рослин, сприяють їх росту, тому при скороченні тривалості дня у зернових довгого дня посилюється кущіння. Підготовка рослин як довгого, так і короткого дня до перезимівлі успішно відбувається при скороченні тривалості дня. Навесні збільшення тривалості дня для

рослин, яким властиві фотоперіодичні реакції, є сигналом для пробудження бруньок. Ранні строки висівання ярого ячменю забезпечують краще куціння в умовах короткого дня.

За інтенсивністю освітлення всі культури можна розділити на дві групи: *світлолюбиві* – соняшник, цукрові буряки, рис, соя, морква, бавовник, томати, огірки, баклажани, люцерна, чина, кукурудза, просо, сорго, суданська трава, стоколос безостий, буркун білий, вика, еспарцет, та культури, які добре ростуть і вегетують при менш інтенсивному освітленні, тобто *тіневитривалі* – грястиця збірна (садова трава), жито, овес, люпин, ячмінь, конюшина червона, біла і рожева, картопля, кормові буряки, бруква та турнепс. Гречка і більшість зернових добре ростуть і розвиваються як за недостатнього, так і за надмірного освітлення (*проміжні*).

При частковому затіненні у деяких рослин може збільшуватись розмір листових пластинок, особливо при достатньому азотному живленні. Це спостерігається, наприклад, у змішаних посівах кукурудзи і сої. Рослини, які погано витримують затінення в сумісних посівах витягуються, погіршується їх куціння і пагоноутворення, зменшується надземна і коренева маса, а також вміст у рослинах жиру і цукрів, при цьому може збільшуватись вміст клітковини і фосфору (Зінченко О.І., 1996).

Вміст цукрів у плодах баштанних культур, буряках збільшується залежно від числа сонячних днів протягом періоду вегетації. Біологічна активність шкідників сільськогосподарських рослин і хвороботворних мікробів певною мірою залежить від радіаційних факторів. Зернові, які вирощують на південних схилах, менше пошкоджуються шкідниками та уражуються хворобами порівняно з посівами, висіяними на схилах інших експозицій.

За максимальною інтенсивністю фотосинтезу в умовах світлового насичення (Гд) сільськогосподарські культури згідно з *моделлю агро-екологічних зон ФАО* поділяють на чотири групи:

1) культури С₃ помірного клімату (пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові); Гд= 27 СО₂/(га·год.) за температури повітря +15...+20 °С;

2) культури C_3 теплого клімату (рис, соя, бавовник); $F_d = 50 \text{ CO}_2 / (\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+25 \dots +30 \text{ }^\circ\text{C}$;

3) культури C_4 (кукурудза, просо, сорго, цукрова тростина); $F_d = 87 \text{ CO}_2 / (\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+25 \dots +35 \text{ }^\circ\text{C}$;

4) окремі сорти кукурудзи і сорго, пристосовані до нижчих температур; $F_d = 87 \text{ CO}_2 / (\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+20 \dots +25 \text{ }^\circ\text{C}$.

У багатьох рослин через нестачу світла затримується цвітіння і тим самим гальмується процес розмноження. За низької освітленості утворюється більше вузлів кушіння, але для подальшого їх розвитку потрібне достатнє освітлення, інакше число продуктивних пагонів зернових культур зменшується, вони тоншають. При достатньому освітленні маса коренів збільшується активніше, ніж маса надземної частини рослин. Рівномірне об'ємне опромінення сприяє утворенню гіллястих, добре облистених рослин. Однобоке опромінення спричинює витягування рослин до світла (*фототропізм*) і відповідну орієнтацію листків.

Якщо в світловому потоці переважає короткохвильова радіація, то зменшуються висота рослин, розмір листків та довжина міжвузль, утворюється більше амінокислот і білків.

Збільшення надходження прямої сонячної радіації сприяє підвищенню вмісту цукру в буряках, білка в зерні, олії в насінні соняшнику, поліпшенню засвоєння фосфору і калію, глибшому закладанню вузла кушіння озимих зернових і, як наслідок, підвищенню їх зимостійкості та закладанні великої кількості колосків. У зв'язку з пристосованістю рослин до орієнтації листків та суцвіть за сонцем (*геліотропізм*) для їх росту і розвитку важливий вплив прямої сонячної радіації.

Світловий режим регулюють за допомогою густоти стояння рослин, поліпшення рівномірності розміщення рослин на площі (застосування відповідних способів сівби), орієнтування рядків з півночі на південь, знищення бур'янів, правильного використання схилів південного напрямку при вирощуванні світлолюбних рослин.

Тепло. Організм рослин постійно знаходиться під впливом теплових явищ навколишнього середовища. Температурна характеристика вегетаційного періоду істотно визначає рівень продуктивності польових культур. Потреба в теплі неоднакова як у різних культур, так і в однієї рослини протягом фаз розвитку. Якісний вплив тепла на рослинні

організми визначається специфікою їх індивідуального розвитку, на різних стадіях якого вимоги змінюються. Короткочасний вплив екстремальних температур (**температурний стрес**), особливо низьких, на певних стадіях визначає хід подальшого розвитку організмів. Наприклад, озимі сорти пшениці можна пристосувати до весняної сівби за допомогою яровизації, яка полягає у витримуванні насіння протягом кількох діб при понижених температурах, за яких гальмується розвиток рослин, що збільшує вірогідність формування продуктивних пагонів.

Якісні зміни, котрі є передумовою утворення рослиною (в процесі подальшої вегетації) генеративних органів, називаються **стадією яровизації**. Культури, стадія яровизації яких відбувається при знижених температурах, називають **озимими**, тому їх потрібно висівати восени. Дану стадію можна викликати штучно, створивши відповідні температурні умови.

У культур весняного строку сівби ці якісні зміни в насінні або сходах відбуваються при звичайних температурах. Такі культури називають **ярими**. Є й проміжна група рослин – **озимо-ярі** або **дворучки**. Наприклад, дворучки ячменю, можна висівати як восени, так і навесні. Серед бобових культур є зимуючі форми гороху, озимо-ярі та зимуючі форми вики мохнатої паннонської.

За вимогливістю до тепла польові культури умовно можна поділити на три групи: **холодостійкі** які мають мінімальну температуру проростання насіння $+1...+2^{\circ}\text{C}$ (жито, пшениця, ячмінь, тритикале, овес, конюшина, люцерна, горох, вика, тимофіївка та ін.). В окремі періоди вегетації ці рослини можуть витримувати температуру до мінус 10°C , а багаторічні та озимі форми під час спокою – значно нижчі (озимий ячмінь – -14°C ; озима пшениця – $-17...-19^{\circ}\text{C}$; жито – $-25...-28^{\circ}\text{C}$). **Середньохолодостійкі** – мінімальна температура проростання насіння цих культур становить $+3...+6^{\circ}\text{C}$ (буряки, соняшник, боби, люпин, льон та ін.). **Теплолюбиві культури** – насіння яких починає проростати при температурі $+8...+14^{\circ}\text{C}$ (кукурудза, просо, сорго, рис, соя, бавовник, рицина, арахіс, тютюн, томати та ін.). В польових умовах сходи рослин можна одержати при температурі ґрунту на $2-3^{\circ}\text{C}$ вищій, за мінімальну температуру проростання насіння. Теплолюбиві культури при температурі нижче 0°C гинуть, тобто вони сильно чутливі до повернення весняних заморозків.

Тепловий режим ґрунту – це важливий фактор росту і розвитку рослин та життєдіяльності ґрунтових організмів, який визначається температурними умовами.

Для більшості культурних рослин оптимальною для росту є температура 20-30°C. Низькі температури сповільнюють фізіологічні процеси в рослинному організмі, а надмірно високі – посилюють процеси розпаду життєво важливих органічних речовин і послаблюють синтетичні процеси.

Джерелом тепла у ґрунті є в основному променева енергія Сонця, а також енергія розкладання органічних речовин і внутрішнє тепло Землі. **Температура ґрунту** залежить від пори року, рельєфу, кольору поверхні, затінення рослинністю, структури, волого-забезпечення та повітряного режиму ґрунту.

Тепловий режим ґрунту визначається сукупністю явищ теплообміну в системі "приґрунтовий шар повітря – рослина – ґрунт – материнська порода" і регулюється низкою прийомів: зміною рослинного покриву (затінення); зміною співвідношення в ґрунті вода – повітря за рахунок обробітку ґрунту, поливів та осушення; мульчуванням поверхні ґрунту: світле – соломною, тирсою, листям і темне – торфом, чорними плівками; снігозатриманням – для захисту від низьких температур; ущільненням снігу – при випаданні на незамерзлий ґрунт, для кращого його проморожування, та інших заходів.

Вплив температури на розвиток підземної та надземної частин рослин дещо різний. За низької температури коренева система розвивається краще, ніж надземна частина. **Ранньою сівбою** можна досягти доброго розвитку кореневої системи, що особливо важливо для забезпечення підвищеної посухостійкості в умовах нестачі вологи. **Пізня сівба**, навпаки, призводить до відносно інтенсивного розвитку надземної частини, що важливо для боротьби з бур'янами у зв'язку з вищою конкурентною здатністю культурних рослин та наявністю резерву часу для передпосівного знищення бур'янів.

За підвищеної температури ґрунту вузол кущення закладається ближче до поверхні, що впливає на зимостійкість рослин та їх урожайність.

Нижня межа активності фізіологічних і біохімічних процесів, а для деяких культур і життєдіяльності, знаходиться у межах 0 °С. Вода, яка становить 70-95% маси вегетуючих рослин, у клітинах рослини перебуває у вигляді клітинного соку та у складі біоколоїдів плазми й замерзає при температурах, які значно нижчі 0 °С. Тому в холодостійких рослин фізіологічні процеси відбуваються і при температурах нижче 0°С. Наприклад, фотосинтез у тропічних рослин припиняється при температурі +4...+8°С, а у сосни та ялини він триває при мінус 5°С.

Для багатьох рослин характерна періодичність явищ, пов'язана з добовою циклічністю температури навколишнього середовища (**термоперіодизм**): одні процеси відбуваються краще за вищої температури (вдень), інші – за нижчої (вночі). Велике значення має співвідношення денної та нічної температури. Чим триваліша ніч (**темнова фаза фотосинтезу**) і вища температура, тим інтенсивніше дихають рослини і більше витрачають енергетичного матеріалу, який накопили за день (вуглеводів, цукрі, БЕР). Внаслідок цього зменшується добовий приріст врожаю.

Кількісний прихід тепла визначається впливом температури на швидкість та характер проходження фотосинтезу. Це стосується як ферментів, що керують біохімічними реакціями, так і самих процесів. Для фотосинтезу оптимальна температура нижча, ніж для дисиміляції. За надмірно високих або низьких температур фермент може втратити здатність виконувати належні йому функції. Ілюстрацією цього може бути залежність інтенсивності фотосинтезу від температури, представлена в табл. 1.

Фотосинтез і ріст рослин можуть відбуватись при значних коливаннях температури повітря – від +6...+8 до +32...+34°С. Оптимальною для вегетації кукурудзи, сої суданської трави, люцерни, еспарцету є температура – +26...+28°С; для жита, пшениці, гороху, бобів, вики, цукрових і кормових буряків – +22...+24°С; для картоплі, вівса, злакових і бобових багаторічних трав – +18...+20 і навіть +14...+16°С.

Температура навколишнього середовища, за якої відбувається розвиток організмів, є головним чинником, що визначає час (тривалість) цього розвитку. Є дві концепції залежності часу розвитку від температурних реакцій.

**1. Біологічні мінімуми і господарські оптимуми температури, °С,
в різні періоди розвитку сільськогосподарських культур
(за О.Ф. Смаглієм, 2006)**

Культура	Мінімум				Оптимум			
	поява сходів	формування вегетативних органів	формування генеративних органів	плодо- ношення	поява сходів	формування вегетативних органів	формування генеративних органів	плодо- ношення
Пшениця	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Жито	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Ячмінь	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Овес	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Кукурудза	10-12	10-12	12-15	12-10	15-18	16-20	20-24	18-24
Просо	10-12	10-12	12-15	12-10	15-18	16-20	18-22	18-24
Рис	14-15	14-15	18-20	15-12	18-22	18-27	22-27	20-25
Гречка	7-8	7-8	10-12	12-10	16-18	16-20	16-20	17-21
Вика	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Горох	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Сочевиця	4-5	4-5	12-15	12-10	6-12	12-16	17-21	17-22
Чина	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	17-21	19-23
Боби	5-6	5-6	8-10	10	9-12	12-16	16-20	16-22
Нут	5-6	5-6	12-15	15-12	9-12	17-18	17-21	20-24
Квасоля	12-13	12-13	15-18	15-12	15-18	16-26	18-25	20-23
Соя	10-11	10-11	15-18	12-10	15-18	15-18	18-22	18-22
Люпин	5-6	5-6	8-10	10	9-12	14-16	16-20	16-20
Цукрові буряки	6-7	6	—	—	15-17	20-22	—	—
Картопля	7-8	—	—	2*	18-25	20-25	20-25	16-18*
Соняшник	7-8	7-8	12-15	12-10	9-12	15-18	19-23	16-22
Арахіс	14-15	14-15	18-20	15-12	18-22	18-22	22-27	20-25

*Температура ґрунту для бульбоутворення.

Перша концепція виходить зі швидкостей біологічних процесів і ґрунтується на **правилі Вант-Гоффа**, згідно з яким швидкість хімічних реакцій подвоюється або потроюється з підвищенням температури на 10°C.

Друга концепція виходить з кількості тепла, необхідного для здійснення процесів розвитку (**суми активних температур**).

Вік рослин чи стадію її розвитку характеризують поняттям "біологічний час" за десяти- або стобальною шкалою. Визначальними чинниками розвитку рослин вважають температуру та тривалість світлового дня.

Кожен міжфазний період рослини проходять лише за температури, що перевищує певний поріг t_n , який називають **біологічним мінімумом**. У процесі проходження фаз розвитку висота температурного порогу збільшується (табл. 2).

2. Температурний режим ґрунту при висіванні та проростанні насіннєвого матеріалу сільськогосподарських культур, °С (за М.Ф. Цупенком, 1990)

Культура	мінімальна температура для проростання насіння	оптимальна температура для сівби	Культура	мінімальна температура для проростання насіння	оптимальна температура для сівби
Пшениця озима	1-2	15-18	Квасоля	8-10	12-15
Жито озиме	1-2	15-18	Соняшник	3-4	6-8
Ячмінь озимий	1-2	15-18	Льон	3-5	5-6
Пшениця яра	1-2	4-5	Коноплі	1-3	7-10
Ячмінь ярий	1-2	4-5	Буряки столові	4-5	7-8
Овес	2-3	4-5	Буряки кормові	2-5	6-7
Кукурудза	8-10	10-12	Ріпак	1-2	2-3
Просо	8-10	10-12	Рижій	1-2	2-3
Сорго	8-10	10-12	Бавовник	12-15	15-18
Рис	11-12	14-15	Морква	3-4	5-6
Гречка	5-8	14-15	Капуста	6-8	6-8
Горох	2-3	4-5	Томати	10-12	10-12
Мак	2-3	4-5	Огірки	10-12	13-15
Люпин синій	2-4	4-5	Картопля	7-8	8-10
Люпин жовтий	3-5	5-6	Конюшина	1-2	4-5
Вика озима	2-3	15-18	Люцерна	1-2	4-5
Вика яра	2-3	4-5	Еспарцет	1-2	4-5
Боби	3-5	6-8	Середела	1-2	4-5
Чина	3-4	4-5	Суданська трава	10	10-12
Сочевиця	3-4	5-6	Могар	8-10	10-12
Нут	4-5	5-6	Гірчиця	1-2	2-3
Соя	8-10	10-12	Баштанні	12-15	15-17

Для повного проходження міжфазного періоду рослини мають отримати певну суму температур понад біологічний мінімум (яку теж можна вважати пороговою) – **суму ефективних або біологічних температур**. Середньодобова температура, що перевищує біологічний мінімум визначеного періоду розвитку культури називається **активною**.

Протягом вегетаційного періоду кожна культура повинна отримати певну суму фізіологічно активних температур, при яких інтенсивно відбуваються фізіологічні процеси. Мінімальними фізіологічно активними температурами для холодостійких культур є температури вище $+5^{\circ}\text{C}$, для теплолюбних – вище $+10^{\circ}\text{C}$. Для ячменю, наприклад, сума фізіологічно активних температур має становити $1700\text{--}2100^{\circ}\text{C}$, цукрових буряків – $2400\text{--}3700^{\circ}\text{C}$, для рису – 4000°C . Якщо сума температур менша, рослини не дозрівають.

Термічні ресурси території зазвичай оцінюють за сумами активних температур повітря, вищих за $+10^{\circ}\text{C}$, оскільки за такої температури вегетує більшість рослин, або вищих за $+5^{\circ}\text{C}$, що є обмежувальною для багатьох зернових і плодово-ягідних культур, а потреби рослин у теплі – за сумою ефективних (біологічних) температур.

Порівнянням термічних ресурсів території та потреб рослин у теплі можна визначити їх забезпеченість теплом. З підвищенням середньодобової температури в оптимальних межах розвиток рослин прискорюється, а тривалість міжфазних періодів скорочується. Якщо за добу середньодобова температура менша за біологічний мінімум, то сума активних і біологічний час не змінюються.

Для однорічних культур підрахунок *суми активних температур* починають від дати сівби або появи сходів, для багаторічних і озимих – від дня, до якого сума температур досягла 5°C (для озимих, крім того, від дати сівби).

Рослини як складова екосистеми не тільки впливають на динаміку і вертикальний розподіл температур повітря і ґрунту, а й самі зазнають зворотного впливу. Це знайшло своє відображення в *теорії температурних градієнтів* середовища рослин. Одним з основних її положень є різне пристосування та різні вимоги до температури надземних і підземних органів рослин.

Більшість вищих рослин пристосована до мінусового температурного градієнта середовища в період вегетації рослин вдень, за якого температура ґрунту на $3\text{--}8^{\circ}\text{C}$ нижча від температури повітря.

У разі розвитку з насіння рослини інтенсивніше ростуть за плюсового градієнта, тобто коли температура ґрунту перевищує температуру повітря. Перехід рослин на автотрофний спосіб життя потребує

мінусового температурного градієнта. За оптимальних для рослин початкових температур повітря і ґрунту, які формують градієнт, позитивний вплив останнього полягає в інтенсивному розвитку та здоровому стані кореневої системи, більшій стійкості до низької і високої температур, посухи і хвороб, і, як наслідок, доброму врожаю.

Оптимальні температури для росту кореневої системи, як правило, нижчі, ніж для росту надземних органів. Однак ця різниця не повинна бути занадто великою, що спостерігається на торфових ґрунтах весною. При високих температурах коренева система розвивається слабо, неглибоко проникає у ґрунт, тому рослини не можуть ефективно використовувати вологу й поживні речовини з нижніх шарів ґрунту. При цьому настає параліч продохів листків, і вони безконтрольно випаровують воду. Найшкідливішими є підвищені температури при одночасному дефіциті води (засуха).

Зростання плюсового градієнта призводить до раннього фізіологічного старіння багатьох видів рослин, що виявляється в порушенні обміну речовин з утворенням отруйних продуктів гідролізу, які спричиняють відмирання тканин, точок росту, обпадання бутонів і зав'язі, в'янення, захворювання рослин та ін. Там, де протягом року переважає мінусовий градієнт, активне життя рослин триває довше, наприклад, у вологій тропічній зоні, тоді як у Степу активна вегетація спостерігається тільки в першій її частині, а в пустелі – протягом ще коротшого періоду.

Теплові ресурси території характеризуються сумами температур повітря, накопичених за період із середньодобовою температурою повітря понад 0, 5, 10 та 15 °С. Такі температури часто відповідають нижньому порогу росту та розвитку певних груп культур, тобто їх біологічному мінімуму, який для більшості культур дорівнює +5 °С, для теплолюбних – +10 °С, а для найвибагливіших до тепла – +15 °С. Тому календарні дати стійкого переходу температур повітря через ці норми використовують як показники початку чи кінця періоду вегетації деяких груп культур, а сума температур понад 0, +5, +10 та +15 °С за цей же час – як показник термічних ресурсів вегетаційного періоду цих культур (табл. 3).

3. Агрокліматичні ресурси тепла на території України (за О.Ф. Смаглієм, 2006)

Зона	Сума позитивних температур, °С			
	>0 °С	>5°С	>10 °С	15 °С
Полісся	2950	2860	2445	1875
Лісостеп	3005	2935	2580	2005
Степ	3510	3430	3075	2540

Характеризуючи дані табл. 3, можна сказати, що суми температур понад 0, +5, +10 та +15 °С підвищуються в напрямку від Полісся до Степу, тому просуваючись з півночі на південь можна вирощувати більшу різноманітність культур й одержувати продукцію вищої якості за достатньої забезпеченості їх іншими факторами життєдіяльності – вологою, елементами живлення тощо.

Потреба сільськогосподарських культур у теплі за вегетаційний період, яку показано в сумі позитивних температур повітря вище +10 °С, за даними Інституту гідрометеорології УААН, становить: для озимої пшениці (з вересня до липня) – 2870, ярого ячменю і вівса – 1470, кукурудзи ранньостиглих гібридів – 2050-2180 (середньостиглих – 2200-2310), проса – 1765, гороху – 1250, цукрових буряків – 2340, соняшнику – 2430.

Порівняння фактичних ресурсів тепла (табл. 3) з потребою культур вказує на можливість вирощування багатьох із них в усіх зонах країни, а також на доцільність використання повторних посівів, що є одним із засобів використання теплових ресурсів території.

Властивість ґрунту поглинати тепло називається *теплоємністю*. Вона залежить від співвідношення у ґрунті твердої фази, повітря й особливо вологи. Вологий ґрунт нагрівається менше, ніж сухий. Важкі за гранулометричним складом ґрунти нагріваються повільно і також повільно охолоджуються порівняно із легкими. З цими ж показниками пов'язана *теплопровідність ґрунту*.

Найбільше ґрунт нагрівається опівдні, тобто в світловому потоці у цей час найбільше інфрачервоних теплових променів. Охолоджується ґрунт вночі, особливо в ясну погоду, коли випромінювання із ґрунту в атмосферу найбільше. Добове коливання температури ґрунту значно впливає на проростання насіння культурних рослин. Щодо *темпера-*

тури ґрунту та проростання насіння польові культури поділяються на три групи: 1) **ранні ярі** – насіння проростає при температурі ґрунту $+2...+3^{\circ}\text{C}$; 2) **середньоранні** – насіння яких проростає при температурі $+5...+7^{\circ}\text{C}$; 3) **пізні ярі** – насіння проростає при температурі ґрунту $+10...+12^{\circ}\text{C}$ (досить теплолюбні культури). **Озимі культури** не мають строків сівби, які чітко визначаються температурними показниками, а встановлюються календарними строками відповідно для кожного регіону.

Для кожного виду рослин існують певні температурні межі, в яких проходить проростання насіння. Для зернових культур, наприклад, **мінімум** знаходиться в межах $0...+5^{\circ}\text{C}$, **оптимум** – в межах $+20...+25^{\circ}\text{C}$, а **максимум** – в межах $+30...+40^{\circ}\text{C}$. Для кукурудзи – відповідно $+8...+10$, $+30...+35$ та $+40...+50^{\circ}\text{C}$.

Температура ґрунту в кореневмісному шарі значно впливає на мінеральне живлення рослин. Встановлено, що за температури ґрунту $+32^{\circ}\text{C}$ фосфор з нього поглинається корінням утричі краще, ніж з ґрунту з температурою $+20^{\circ}\text{C}$. З холодного ґрунту погано засвоюються нітрати, тому на таких ґрунтах краще використовувати амонійні добрива.

Впливає температура ґрунту і на водний режим рослин. З холодного ґрунту вода поглинається гірше за рахунок сумісної дії двох факторів: 1) при низькій температурі підвищується в'язкість води, що сповільнює її переміщення; 2) ферментативні процеси в рослині відбуваються досить повільно.

Для розвитку рослин дуже важливе значення має **температура приземного шару повітря**. Він дуже нагрівається вдень, а вночі віддає тепло ґрунту, і цей шар швидко охолоджується. Тому сходи ярих культур навесні, а озимих зернових восени, пошкоджуються приморозками в першу чергу на відкритій місцевості, а там, де є бур'яни, вони залишаються непошкодженими.

Температурні умови істотно впливають на **життєдіяльність ґрунтової мікрофлори**, яка накопичує необхідні для розвитку рослин поживні речовини. Так, процеси амоніфікації та нітрифікації в ґрунті здійснюються за оптимальної температури $+22...+26^{\circ}\text{C}$, а активна

діяльність симбіотичних азотфіксуючих бактерій – за температури +26...+28°C. При цьому в ґрунт виділяється значна кількість тепла.

Зниження температури призводить до стискання газів, а підвищення – до їх розширення. Вночі ґрунт охолоджується, а повітря стискається, в результаті чого із атмосфери в ґрунт надходить свіже повітря. Удень ґрунт нагрівається і частина його витискається із ґрунту, тобто здійснюється так зване *дихання ґрунту*: вночі – вдих, удень – видих.

Регулювання температурного режиму ґрунту здійснюють наступними агрозаходами: розміщенням польових культур з урахуванням елементів рельєфу; розміщенням теплолюбних культур на рівнині та на схилах південної експозиції, а холодостійких – в низинах і на північних схилах; мульчуванням ґрунтів соломною, торфом, перегноєм та іншими темними матеріалами; проведенням в оптимальні строки коткування ґрунту, внесення органічних добрив, компостів, заорювання сидератів і рослинних залишків; для зменшення втрат тепла ґрунтом проводять снігозатримання; для зрошення використовують воду із температурою більшою за температуру ґрунту; у районах, де ґрунт перезволожений та має недостатню температуру, проводять гребеневі та грядкові посадки і посіви; по можливості весняну сівбу проводять на більшу глибину з наступним прикочуванням ґрунту.

Волога. Значення води в житті рослин вагоме та багатозначне. Вода є основою всіх організмів (90%), універсальним розчинником, джерелом транспорту поживних речовин та терморегулятором при випаровуванні її через листки. Біля 0,2-0,3% увібраної рослинами води витрачається на утворення маси рослини, а більше 99% випаровується, забезпечуючи транспортну роль та теплозахисний ефект. Тільки окремі організми можуть жити без споживання води з навколишнього середовища, і не може жити жоден – без виділення води.

Випаровування води листками та іншими надземними органами називається *транспірацією*. Завдяки транспірації в клітинах листків виникає всисна сила, яка забезпечує переміщення води з розчиненими в ній речовинами від коренів до листків. Якщо процес випаровування води рослиною переважає надходження її з ґрунту, то рослина втрачає тургор і в'яне.

За значенням води в житті організмів їх поділяють на **поекілогідричні**, тобто ті, які витримують зневоднення тканин внаслідок зниження вологості середовища, і **гомойогідричні**, які потребують стабільного вмісту води в тканинах.

Особливо чутливі до нестачі води мезофітні рослини, в яких втрата 1% води може спричинити в'янення. У степових ксерофітів втрата навіть 25% води не призводить до припинення життєдіяльності. Рекордсменом є трофічний мох (сфагнум), який витримує 95-97% втрати води з організму.

Джерела води для організмів. Водний баланс організмів, тобто співвідношення надходження і витрати води, регулюється як самим організмом, так і умовами навколишнього середовища.

Рослини споживають воду такими основними шляхами: 1) всмоктування за допомогою кореневої системи; 2) адсорбцією водяної пари (переважно нижчі рослини – мохи, лишайники, водорості); 3) отримання води з дощових опадів (деякі рослини).

Джерелом води для рослин в основному є волога ґрунту, яку поділяють на категорії. Найважливіша з них – продуктивна, нижньою і верхньою межею якої є вологість в'янення рослин та повна вологоємність. Оптимальна для рослин продуктивна волога знаходиться в діапазоні від вологості розриву капілярів до найменшої (польової) вологоємності.

Рослини виділяють воду: 1) шляхом транспірації (залежить від відносної вологості повітря, вітру, температури та ін.); 2) через екскрецію (гутация, або плач рослин).

За відношенням до води рослини поділяють на: **гігрофіти, мезофіти, ксерофіти, сукуленти і склерофіти**.

Гігрофіти (гідрофіти) – це рослини вологих місцевостей, боліт, заплав. Вони потребують високої вологості середовища.

Більшість польових культур належать до **мезофітів**, які добре ростуть в умовах задовільного, достатнього, але не надмірного зволоження. Осмотичний тиск клітинного соку в них становить 28-36 атм. (280-360 Па). **Мезофіти** поширені переважно у середніх широтах – в Степу, Лісостепу, до лісової зони включно, а також на заплавах,

лиманах у всіх зонах. Це ранні ярі культури – яра пшениця, горох, ячмінь, овес, боби, вика, люпин, озимі зернові, кукурудза, картопля, соняшник, цукрові і кормові буряки, кормові та столові гарбузи, кормова капуста, ріпак та ін. З багаторічних трав до них належать вівсяниця (костриця) лучна і тростинна, тимофіївка лучна, пирій повзучий і безкореневищний, райграс високий, стоколос безостий, грястиця збірна, конюшина лучна і рожева, люцерна синя, еспарцет закавказький та ін.

Ксерофітні польові культури – це посухостійкі рослини, які ростуть за умов недостатнього зволоження і при високій температурі. Однак це не означає, що деякі з них випаровують менше вологи, ніж мезофіти. У ксерофітів здебільшого глибока, добре розвинена коренева система, тому вони можуть використовувати вологу нижніх шарів ґрунту (3-5 м). На відміну від мезофітів і гідрофітів, у них високий осмотичний тиск клітинного соку – до 50 атм. (500 Па), що сприяє засвоєнню вологи рослинами і їх росту при низькій вологості ґрунту (16-17 %). При вологості 18-20 % вони добре ростуть і розвиваються. У ксерофітів листя часто опушене, сильно розсічене, а в диких видів навіть з колючками. Ксерофіти водночас добре реагують на зрошення. До цієї групи належать сорго зернове, суданська трава, могар, столові і кормові кавуни, з багаторічних трав польового травосіяння – житняк.

Розрізняють також **проміжні види культур**, або **мезоксерофіти**. Це степові екотипи – люцерна голуба, люцерна жовта, еспарцет посівний, просо, чумиза, цукрове та віничне сорго. Виділяють також групу **мезогідрофітів** – рослини, які ростуть за умов доброго або навіть дещо надмірного зволоження. До них належать конюшина біла, вівсяниця (костриця) червона, лисохвіст лучний райграс однорічний, турнепс.

Під час вегетації рослини можуть пристосовуватись до умов зволоження. Так, **мезогідрофіти** при поступовому зниженні вологи набувають ознак мезофітів.

Сукуленти, склерофіти і гідрофіти це групи рослин, що майже не використовують у польовому рослинництві, бо вони здебільшого є рослинами природних угідь. Рослини сукуленти мають соковите листя (типу агав), а склерофіти – це рослини степів, пустель, які мають тонке волокнисте листя.

Надмірна вологість повітря призводить до вилягання зернових культур; перешкоджає нормальному запиленню рослин; затримує підсихання зерна і соломи, збирання врожаю; зумовлює поширення грибкових захворювань.

Занадто низька вологість повітря (<30%) призводить до підсихання листків, зменшення фотосинтетичного потенціалу посівів; сприяє пересиханню пилку, неповному заплідненню; зумовлює слабе закладання бруньок; знижує якість льоноволокна; призводить до розтріскування зерна, дострокового його досягання, але підвищує хлібопекарські якості пшениці, вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків.

Велике значення для рослинництва має здатність рослин витримувати тимчасове **затоплення**. Озимі зернові витримують його протягом 5-10 днів, багаторічні кормові трави (лисохвіст лучний, канарник тростинний, тонконіг лучний, тимофіївка лучна, вівсяниця, райграс пасовищний, конюшина біла) – до 20-30 днів.

Польові культури погано витримують близьке залягання **грунтових вод** – на глибині 60-80 см. Люцерна посівна росте лише там, де рівень ґрунтових вод не вище 120-140 см. Проте при такій глибині ґрунтових вод добре ростуть хрестоцвіті – ріпак, перко, суріпиця озима; коренеплоди – буряки кормові, турнепс, бруква, морква; злакові – овес, ячмінь, кукурудза; бобові – горох, боби, люпин. Суданська трава, сорго, могар, просо, соя, еспарцет, соняшник, цукрові буряки та інші мають достатньо вологи і при глибшому заляганні ґрунтових вод – 180-260 см. Їх могутня коренева система засвоює вологу з прошарку ґрунту постійного зволоження, який в Лісостепу і Степу знаходиться на глибині 2-3 м.

Кількість води, яка витрачається на утворення одиниці маси сухої речовини рослин, називають **коефіцієнтом водоспоживання**, його виражають у грамах води на грам сухої речовини. Для певної рослини він не є сталою величиною: за обмежених ресурсів вологи він зменшується, тобто рослини економніше витрачають вологу, а за достатніх – збільшується.

На одиницю біомаси сухої речовини врожаю зазначені групи польових культур витрачають різну кількість води, яка коливається в широких межах, залежно від рівня загального зволоження, фону живлення, умов року, терміну сівби тощо. У мезофітів коефіцієнт водоспоживання коливається від 280-400 до 600-800, ксерофітів – 220-400, гігрофітів – 1200-1600, склерофітів – 160-240.

Вологість ґрунту. Для того щоб зрозуміти характеристики оптимальної вологості ґрунту, необхідно охарактеризувати **водний режим і водний баланс ґрунту**.

Сукупність явищ, пов'язаних з надходженням вологи в ґрунт, її пересуванням, витрачанням та зміною, називають **водним режимом ґрунту**, а математичний опис його – **водним балансом**.

Основними статтями водного балансу ґрунту є приходні: опади, які досягають поверхні ґрунту; поверхневий приплив; капілярне підіймання; конденсація водяної пари, та **витратні:** поверхневий стік; внутрішньогрунтовий стік; випаровування з поверхні ґрунту; використання рослинами та транспірація.

На відміну від транспірації та поверхневого випаровування, вологість ґрунту і запаси вологи не мають вираженого добового ходу. Під час опадів (або поливу) запас вологи в ґрунті швидко збільшується, а в проміжках між ними він плавно зменшується. В умовах континентального клімату максимальна кількість опадів припадає на ранішній час і після полудня, в умовах морського – на ніч і ранок. За більш тривалі періоди вологість ґрунту, залежно від балансу опадів і температурного режиму може змінюватись як у бік зменшення, так і збільшення.

Вміст води у ґрунті, розрахований у відсотках до маси сухого ґрунту, називається **вологістю ґрунту**.

Від вологості ґрунту залежить забезпеченість рослин вологою, більшість його фізико-хімічних й технологічних властивостей. У свою чергу, забезпеченість рослин вологою залежить від механічного й хімічного складу ґрунту, його структури, бо за однакового рівня вологості, різні ґрунти містять неоднакову кількість води, яку рослини можуть

використати. Пов'язане це з тим, що багато води у ґрунті перебуває не у вільному, а в різноманітній оструктуреній стані й вона неоднаково доступна рослинам. Запаси **доступної** води складає капілярна і гравітаційна вода, **важкодоступної** – плівчаста, недоступної – хімічно зв'язана й гігроскопічна (нижче коефіцієнта в'янення).

В якості вихідного **критерію вологозабезпеченості посівів** використовують запаси продуктивної вологи в ґрунті. Ця оцінка має особливе значення перед початком весняних польових робіт, оскільки з нею пов'язане прогнозування урожайності, коригування технології вирощування сільськогосподарських культур, а також восени – планування заходів з накопичення та збереження вологи. Перед сівбою озимих культур важливо знати не лише загальні запаси продуктивної вологи, а й зволоженість верхнього шару, від якого залежить одержання дружніх сходів (табл. 4).

4. Оцінка запасів продуктивної вологи в різних шарах ґрунту (за В.П. Гудзьом та ін., 2007)

Шар ґрунту, см	Запаси води, мм	Якісна оцінка запасів води
0-20	>40	добрі
	40-20	задовільні
	20	незадовільні
0-100	160	дуже добрі
	160-130	добрі
	130-90	задовільні
	90-60	погані
	<60	дуже погані

Для отримання дружніх сходів більшості польових культур необхідно, щоб **запаси продуктивної вологи** в орному шарі ґрунту були 20-30 мм. Так, наприклад, якщо запаси продуктивної вологи при посіві пшениці становлять до 5 мм в орному шарі ґрунту, то сходів її не отримаємо, а при запасах 10 мм – сходи з'являються, проте вони починають частково засихати і дуже зріджуються. При запасах 11-20 мм умови для з'явлення сходів задовільні, а при понад 20 мм – завжди з'являються дружні сходи.

Полеві культури потребують достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Як правило, високий урожай їх спостерігається при весняних запасах вологи у метровому шарі ґрунту до 200 мм, а на період колосіння – не менше 80-100 мм при постійній вологості ґрунту 70-80 % НВ. Вологість, більша за 80% НВ, несприятлива для зернових культур, бо погіршується газообмін кореневої системи через нестачу повітря в ґрунті.

Більш економно витрачають вологу рослини, які достатньо забезпечені поживними речовинами. Протягом вегетації вони поглинають вологу нерівномірно. Рослинам вода потрібна від сівби і до закінчення формування врожаю. Використання води розпочинається від набубнявіння насіння, кількість якої для нормального проростання неоднакова для різних сільськогосподарських культур (табл. 5).

5. Потреба у волозі для проростання насіння різних культур, % від їх маси (за В.П. Гудзьом та ін., 2007)

Культура	Кількість води
Пшениця	48-59
Жито	64-78
Ячмінь	58-60
Овес	76-85
Кукурудза	25-35
Просо	25-27
Горох	110-115
Люпин	130-145
Вика	130-142
Льон	100-105
Цукрові буряки	115-120
Конюшина лучна	140-145

Рослини використовують воду з ґрунту до того часу, поки всисна сила корінців може конкурувати з всисною силою ґрунту. Коріння розвиває всмоктувальну силу завдяки концентрації клітинного соку, достатній для використання з ґрунту більшої частини зв'язаної води. Потім всмоктуючи сила ґрунту різко підвищується і для подальшого використання води кореням необхідне надходження її з ділянок ґрунту, вільних від коренів, або ж коренева система спрямовується за водою, збільшуючи свою активну поверхню.

Зрошення застосовують як засіб отримання гарантованих стійких урожаїв у засушливій зоні. Воно забезпечує високі врожаї сільськогосподарських культур та дозволяє отримувати по два врожаї на одній площі протягом року.

Застосовують три способи зрошення сільськогосподарських культур: *поверхневий, дощування, підґрунтове зрошення*.

При *поверхневому зрошенні* ґрунту вода розподіляється по борознах, напуском по смугах, затопленням (лиманне зрошення).

При зрошенні *дощуванням* вода викидається дощувальними апаратами в повітря, подрібнюється там на краплі й падає на ґрунт і рослини у вигляді дощу (дощувальні машини ДДН-100, "Фрегат", "Волжанка" та ін.).

При *підґрунтовому* зрошенні вода подається безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту по зволожувачах.

Залежно від призначення, поливи бувають: *вологозарядкові, вегетаційні, спеціальні* (передпосівний, посадковий, протизаморозковий, освіжний, удобрювальний та ін.).

Регулювання водного режиму ґрунту здійснюється системою заходів:

- зрошення в умовах недостатнього зволоження і осушення перезволожених ґрунтів з улаштуванням подвійного режиму регулювання;
- важливу роль у підтриманні вологості кореневмісного шару ґрунту відіграють ґрунтові води, тобто *капілярна кайма*. За дуже високого надходження ґрунтової води не тільки підвищується вологість орного шару ґрунту, а й знижується аерація. Тому багаторічні насадження, зокрема плодові культури, не переносять високого рівня ґрунтових вод;
- повнішому використанню ґрунтової вологи сприяє раціональне чергування культур у сівозміні;
- вирощування посухостійких сортів та застосування диференційованого обробітку ґрунту;
- використання лісонасаджень, кулісних парів та снігозатримання;
- використання парів та спеціальних (гребневих, грядкових) посівів;

- в осінній період на схилах при настанні стійких приморозків доцільно проводити щілювання багаторічних трав, озимих та зябу;
- для збереження вологи у весняний період проводять боронування та шлейфування для створення верхнього рихлого шару та порушення капілярності в орному шарі;
- боротьба з бур'янами, застосування органічних і мінеральних добрив;
- для зменшення випаровування вологи з ґрунту його мульчують.

Так, укриття ґрунту шаром мульчі 1-2,5 см зменшує втрати вологи на 80-90%.

Повітря. Усі польові культури добре ростуть на аерованих ґрунтах. Оптимальним вважається повітряний режим ґрунту, за якого близько 20-25% ґрунтових проміжків займає повітря.

Атмосферне повітря складається з азоту (об'ємна частка 78,08%), кисню (20,95%), аргону (0,93%). Крім того, в повітрі містяться незначні кількості неону, криптону, ксенону, гелію, водню. Із повітря рослини використовують для фотосинтезу вуглекислий газ (CO_2) і кисень (O_2) – для дихання. Рослини вбирають кисень усією поверхнею, він потрібний рослині протягом усього життя: від проростання насіння до завершення вегетації. Корені більш вимогливі до вмісту кисню, ніж надземні органи.

Трапляються випадки коли рослини відчують кисневу недостатність. Так, під товстим шаром снігу, при вимерзанні рослин у льодяну кірку, при затопленні посівів водою рослини використовують більше кисню, ніж його надходить із повітря, внаслідок цього порушуються процеси дихання. Рослини також пошкоджуються або гинуть від випрівання, вимокання тощо.

Вміст кисню в ґрунтовому повітрі непостійний і може змінюватись від 20 до 5% (вуглекислого газу – від 0,1 до 2,5%). Недостатній доступ кисню в ґрунті спостерігається при утворенні ґрунтової кірки, його перезволоженні, надмірному ущільненні безструктурних важких ґрунтів, що уповільнює проростання насіння, ріст коренів, бульб, коренеплодів, діяльність бульбочкових бактерій, вбирання коренями елементів живлення. Це, у свою чергу, затримує лінійний ріст і

нагромадження органічної маси рослин, знижує інтенсивність фотосинтезу, врожайність і якість продукції. Ріст коренів припиняється (або вони гинуть), якщо вміст кисню в ґрунтовому повітрі знижується до 5%. Більш чутливі до нестачі кисню в ґрунтовому повітрі бульбо- і коренеплідні культури, бобові, олійні.

Мінімальний вміст CO_2 у повітрі, при якому починається фотосинтез, залежно від культури, коливається від 0,008 до 0,01% і називається *вуглекислим порогом фотосинтезу*. Всередині посіву CO_2 вдень може бути нижчим, що спричиняє депресію фотосинтезу. Для утворення 6 т зерна (із соломою та коренями) пшениця використовує 20 т CO_2 , а для утворення 40 т/га бульб картоплі – 30 т CO_2 . Зернові колосові культури у період інтенсивного росту на 1 га посіву засвоюють за добу 500-1200 кг CO_2 .

Ґрунт є **основним джерелом поповнення вуглекислого газу в повітрі**, який утворюється унаслідок дихання корневих систем і мікроорганізмів, мінералізації органічних решток. Значна кількість CO_2 надходить у повітря в результаті дихання тварин і людей та роботи промислових підприємств. Внесення добрив, зокрема азотних, сприяє кращій мінералізації органічної речовини, що поліпшує біологічну активність ґрунту. Існують дані про те, що збільшення концентрації вуглекислого газу в приземному шарі не лише активізує фотосинтез, а й значною мірою компенсує зниження вологості ґрунту, яке періодично спостерігається під час вегетації культур.

В процесі вирощування культур ґрунти ущільнюються, тим самим зменшуючи частку ґрунтового повітря. Причини цього різні – пересушування ґрунтів, ущільнення під дією коліс ґрунтообробних, збиральних і транспортних агрегатів, зрошення при недостатньому роздрібненні водяних струменів.

Культури сівозміни по-різному реагують на показники *об'ємної маси ґрунту: витримують значне його ущільнення* (соняшник, кукурудза, сорго, суданська трава), *ростуть при деякому збільшенні щільності* (цукровий і кормовий буряк, озимий і ярий ріпак, жито, пшениця, горох), *потребують добре аерованих ґрунтів* (картопля, топінамбур, люцерна).

Аерацію ґрунту поліпшують механічним обробітком, а також висівом культур з добре розвиненою кореневою системою, яка дренує ґрунт. Так, при розміщенні кукурудзи після люцерни немає потреби переорювати ґрунт. Восени люцернище обробляють гербіцидами або кілька разів дискують, після чого 2-3 роки вирощують кукурудзу без оранки.

Покращенню повітряного режиму ґрунту сприяє також використання сидератів та органічних добрив.

1.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов України

На території України визначають три основні ґрунтово-кліматичні зони, які відрізняються як за ґрунтовим покривом, так і за погодними умовами – Полісся, Лісостеп і Степ.

Кожна природно-кліматична зона відзначається найбільш характерними ґрунтовими умовами і агрокліматичними ресурсами, що слід враховувати при веденні сучасного землеробства (табл. 6).

В зоні **Полісся**, на яку припадає п'ята частина сільськогосподарських угідь України, переважають дерново-підзолисті ґрунти: слабо-, середньо-, сильнопідзолисті глеюваті й глейові, за механічним складом – піщані, супіщані та легкосуглинкові. Значна частка їх з низьким вмістом гумусу і поживних речовин, кислою реакцією, обмеженим корене-вмісним шаром, несприятливими водно-фізичними властивостями. Так, дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти відзначаються високою водопроникністю, слабкою водопідіймальною здатністю, низькою вологоємністю, що є причиною несприятливого водного режиму. Вміст мулистій фракції не перевищує 2%.

Дерново-підзолисті ґрунти мають невелику глибину гумусового горизонту, він часто дорівнює орному шару. Вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту (0-20 см) низький і становить у середньому від 0,6 до 1,1%. Вбирна здатність таких ґрунтів невисока, реакція ґрунтового розчину кисла – рН сольової витяжки становить 5,2-5,7, гідролітична кислотність – 1,5-2,6 мг.-екв. на 100 г ґрунту. Найменш родючими є дерново-підзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти.

**6. Характеристика водно-фізичних властивостей основних типів
і відмін ґрунтів України (метровий шар)
(за Е.Г. Дегодюком, 1992)**

Типи і відміни ґрунтів	Механічний склад	Найменша волого- ємкість, мм	Непродуктивна волога, мм	Максимально можливі запаси продуктивної вологи, мм
Дерново-слабо-підзолисті	Дрібнопіщані	125	20	105
Дерново-середньо- підзолисті	Глинисто-піщані	190	30	160
Дерново-середньо-підзо- листі поверхнево оглеєні	Легко-суглинкові	340	120	220
Ясно-сірі лісові	Супіщані-легко- сулинові	270	70	200
Сірі лісові	Легко-суглинкові	290	110	180
Темно-сірі лісові	Середньо-суглинкові	300	120	180
Чорноземи опідзолені	Легко-суглинкові	310	120	190
Чорноземи глибокі	Середньо-суглинкові	310	130	180
Торфові	Торф	700	100	800

Дерново-слабопідзолисті глинисто-піщані ґрунти більш поширені. Вони містять глинистої фракції 6-10%, мулу – 2,5, гумусу – 1-1,5%. Глибина гумусового горизонту на малоокультурених ґрунтах 20, на окультурених – 25-27 см, насиченість основами 53-62%.

Дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти займають переважно вододіли і становлять за площею 41-52% ґрунтів дерново-підзолистого типу. Вміст глинистих часток становить 4-10, гумусу – 1,52%. Глибина орного шару 26-30 см. Фізико-хімічні та біологічні властивості кращі, ніж у попередніх відмін. Дерново-підзолисті глейові легкосуглинкові ґрунти займають 25% площі дерново-підзолистих і переважають в західному і правобережному Поліссі.

У заплавах річок та на пониженнях рельєфу на вододілах поширені лучні, лучно-болотні ґрунти.

Окремими островцями на лесоподібних породах зустрічаються ясно-сірі, сірі, темно-сірі лісові ґрунти. На Поліссі та в західних районах України поширені також торфові ґрунти, вони характеризуються високою природною родючістю. Зольність їх здебільшого становить 10-30,

а деяких навіть – 50-60%, реакція ґрунтового розчину слабокисла або нейтральна.

Зона **Лісостепу** займає третину сільськогосподарських угідь України. Тут переважають підвищені елементи рельєфу. Ґрунти відзначаються значною дренаваністю, добре і задовільно забезпечені вологою. Більшість із них має високу потенційну родючість, бо вони сформувалися в основному на карбонатних лесах і лесоподібних суглинках.

Більшу частину (48,9%) орних земель становлять чорноземи типові мало- та середньогумусні, які містять 3-4,8% гумусу. Ці ґрунти добре насичені кальцієм, мають водостійку зернисту структуру, добрі фізичні властивості.

За механічним складом у зоні Лісостепу 33,3% загальної площі становлять легкосуглинкові й супіщані, 39 – середньосуглинкові, 27,7% – важкосуглинкові й глинисті ґрунти. В західному Лісостепу значно поширені ґрунти легкосуглинкового і супіщаного механічного складу.

У районах достатнього зволоження (Тернопільська, Київська, Чернігівська, Сумська, частина Вінницької та Хмельницької областей) поширені опідзолені ґрунти – ясно-сірі, сірі й темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені. Вони характеризуються вмістом гумусу в межах 1,8-3,7% та рН сольової витяжки від 5 до 6. Фізична сплість ґрунтів настає при вологості ґрунту 15-18, чорноземів – 20-30%.

У районах нестійкого зволоження (частина Хмельницької, Вінницької, Чернігівської, Сумської, Черкаської, Полтавської областей) поширені чорноземи глибокі малогумусні й частково опідзолені. Вміст гумусу в них становить 3,7-3,9%, реакція ґрунтового розчину майже нейтральна (рН 6-6,7).

Степ – найбільша за площею зона України, що займає понад 40% сільськогосподарських угідь. Для ґрунтового покриву характерна досить висока однорідність. Найбільш поширені тут чорноземи звичайні, площа яких у складі сільськогосподарських угідь перевищує 9 млн. га. Сформовані вони переважно на лесах під трав'янистою рослинністю, що сприяло утворенню добре розвиненого гумусового горизонту (45-120 см і більше). Вміст гумусу становить переважно 3-6%, є значні площі чорноземів середньогумусних з вмістом його >6%.

Особливе місце займають чорноземи Донецького кряжу, де на високому плато утворилися чорноземи типові, переважно на твердих породах. Нестача вологи є основним обмежуючим фактором підвищення родючості цих ґрунтів.

Чорноземи південні зосереджені в південній підзоні Степу і Автономної республіки Крим, займаючи близько 3 млн. га. Ґрунти відзначаються високою дренажістністю і розвитком ерозійних процесів, слабкою зволоженістю (350-400 мм опадів за рік), ґрунтовий профіль неглибокий (50-80 см), орний шар карбонатний, важкого механічного складу, вміст гумусу низький (2,5-4%). Ці ґрунти солонцюваті, потребують хімічної меліорації.

Каштанові ґрунти поширені на узбережжі Чорного та Азовського морів. У них інтенсивно простежується солонцевий процес ґрунтоутворення, тут неглибоко залягають гіпс (1,5-3 м) і водорозчинні солі. Вміст гумусу в темно-каштанових ґрунтах становить 2-3, каштанових – 2-2,5%. Землеробство півдня України відчуває гострий дефіцит вологи, тому на першому плані тут зрошення, раціональне використання опадів, захисне лісорозведення, специфічний обробіток ґрунту, спрямований на збереження вологи.

На формування врожаю та його якості значно впливають погодні умови, що складаються протягом вегетаційного періоду. Сприятливі умови, як правило, краще впливають на формування цих показників порівняно з екстремальними. На підставі узагальнення агрометеорологічних даних і врожаїв у польових дослідках науково-дослідних установ і на виробництві визначена повторність за 35-річний період сприятливих років, що становили для зони Полісся 52%, Лісостепу – 60 і Степу – 46%, решта екстремальні роки. При цьому в Степу переважають посушливі роки (до 44%), перезволожені й холодні розподіляються на Поліссі та в Лісостепу приблизно однаково (по 24%), в Степу вони часто збігаються з умовами сприятливих років.

Сумарне зниження врожаїв у посушливі роки порівняно із сприятливими в наукових установах становило 30%, на виробництві – 23, у перезволожені й холодні – відповідно по 22 і 11%. Відомо, що наукові дослідження відрізняються від виробництва більш високою культурою землеробства, що дає змогу в сприятливі роки одержувати кращі показники. Коливання рівня врожаю, як і коливання його якості, цілком закономірне явище в зв'язку з нестабільністю погодних умов.

Стабілізувати ці показники на більш високому рівні, застосовуючи засоби хімізації, є одним з основних завдань при впровадженні інтенсивного землеробства. Зменшення рівня врожаю в екстремальні роки відбувається в зв'язку із зниженням на 35-40% тієї його частини, що формувалася за рахунок природної родючості ґрунту, а зменшення приросту врожаю при використанні добрив становило 10-12%, в чому виявлялася їх стабілізуюча дія. Отже, продуктивність агроландшафтів і формування їх якості значною мірою залежать від умов живлення, які створюються залежно від погоди і під впливом господарської діяльності людини.

Характеристику показників температури та режиму зволоження основних зон України представлено відповідно в таблицях 7 та 8.

7. Характеристика температурного режиму повітря та ґрунту основних зон України (середні багаторічні дані, за Е.Г. Дегодюком, 1992)

Показники	Полісся	Лісостеп	Степ
Середньомісячна температура повітря, °С:			
травень	14	14	15
червень	17	17	19
липень	19	19	22
серпень	17	18	21
Абсолютний мінімум температури січня, °С	-32...-38	-32...-38	-28...-41
Абсолютний максимум температури липня, °С	33-38	33-39	35-41
Середньорічні дати стійкого переходу добових температур повітря:			
весною через 5°	7.04	4.04	2.04
весною через 10°	27.04	24.04	21.04
весною через 15°	30.05	20.05	12.05
восени через 10°	1.10	2.10	13.10
восени через 5°	28.10	31.10	5.11
Ймовірність (%) заморозків (-3°) у повітрі (перша-третя декади квітня)	55-20	50-10	55-10
Тривалість періоду з температурою повітря понад 15°, днів	95-110	115-120	130
Ймовірність прогрівання ґрунту на глибині 10 см у першій-другій декадах квітня до температури 5°, %	50-90	55-95	50-95
Сума активних (вище 10°) середніх добових температур повітря наростаючим підсумком на кінець:			
серпня	2055	2160	2485
вересня	2445	2580	2965
Середня кількість днів з максимальною температурою повітря вище 25° (за червень–серпень)	33	46	70

8. Характеристика режиму зволоження різних зон України (середні багаторічні дані, за Е.Г. Дегодюком, 1992)

Показники	Полісся	Лісостеп	Степ
Середня річна сума опадів, мм	600	543	425
Середня кількість опадів за місяць, мм:			
травень	60	55	40
червень	80	70	55
липень	85	75	45
серпень	80	65	40
Випадає опадів у теплий період року (квітень-жовтень)	400-500	350-400	165-290
Ймовірність бездошових періодів різної тривалості, %:			
квітень-червень 10-20 днів	75	75	55
21 день і більше	25	25	45
липень-вересень 10-20 днів	75	70	40
21 день і більше	25	30	60
Середня кількість днів за червень-липень з відносною вологістю повітря, % о 13-й год.:			
10-20	0	1	3
21-30	2	9	12
вище 30	60	50	43
Ймовірність (%) запасів продуктивної вологи (мм) в шарі ґрунту 0-50 см у період бульбоутворення картоплі (пізньостиглі сорти):			
0-25	10	5	—
26-50	35	35	—
51-75	40	45	—
76 і більше	15	15	—

Середня мінімальна температура повітря на території зони **Полісся** становить 18-26°C, в окремі роки вона знижується до мінус 30-34°C. Майже щороку (90% ймовірності) мінімальна температура мінус 15-20°C. На крайньому сході середня мінімальна температура січня мінус 7-8°C, а абсолютний мінімум – мінус 36-37°C. Ймовірність мінімальних температур нижче мінус 20°C – 90%. У передгір'ї та в гірських долинах середня січнева температура мінус 4-7°C, а в Закарпатті – мінус 3°C. Середня температура лютого наближається до середньої січневої. Починаючи з березня, температура повітря підвищується спочатку на 4-8, а влітку – на 1-3°C за місяць.

Температурний режим літнього періоду майже однаковий на всій території. Найтеплішим місяцем є липень. Середня температура липня становить 18-19°C, максимальна – 33-40°C. Перехід середньодобової температури через 5°C навесні спостерігається в першій декаді квітня, продовжується від 200-215 днів у західній частині зони і до 180-200 – у східній. Ймовірність заморозків у квітні невелика. Середня добова температура повітря вище 15°C. Тривалість періоду з температурою понад 15°C у межах зони становить 95-110 днів.

Середня кількість опадів протягом року коливається від 550 до

650 мм. У теплий період випадає від 400 до 500 мм, проте їх розподіл дуже нерівномірний. Посушливим буває липень (у 90% років випадає лише 20-30 мм опадів).

Відносна вологість повітря в зимовий період становить 75-85%. Починаючи з квітня, вона зменшується до 60%, а іноді (квітень-травень) – до 38-49%. Поряд із зменшенням відносної вологості повітря в травні-червні різко зменшується вміст вологи в ґрунті, нестача якої може негативно вплинути на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур.

В **Лісостепу** зима характеризується тривалими відлигами з підвищенням температури в окремі роки до 12-14°C. У найбільш холодному місяці січні середня температура повітря мінус 4-7°C. Мінімальна температура мінус 20°C і нижче буває щороку. Літній період відзначається високими і сталими температурами, в найтеплішому місяці – липні середня температура повітря становить 18-20°C. Абсолютний максимум температури становить 39-40°C. Перехід середньої добової температури повітря через 5°C у більшості випадків відбувається протягом першої декади квітня. Найдовше (115-120 днів) цей період триває в південних та південно-східних районах, а в західних скорочується до 100 днів. Сума активних температур (вище 10°C) становить 2300-2900°C.

Річна середня кількість опадів 600-650 мм, проте на крайньому сході їх випадає не більше 500 мм. Опади теплого періоду (квітень-жовтень) у середньому становлять 350-400 мм, а на крайньому заході зони – понад 500 мм. Під час вегетації по всій території майже щороку спостерігаються бездощові періоди. Тривалість окремих з них у західних районах досягає 18-20 днів, а в східних – 25 днів. В окремі роки спостерігаються бездощові періоди по 35-45 днів. Майже по всій території бувають суховії. Особливо часто, понад 15 днів, вони бувають у східних і південних районах.

У зоні **Степу** середня температура повітря найхолоднішого місяця січня коливається від мінус 8°C на північному сході до мінус 2°C на південному заході. Абсолютний мінімум коливається від мінус 20° до мінус 42°C. Зима характеризується тривалими та інтенсивними відлигами з підвищенням температури до 15-18°C. Влітку спостерігаються високі й сталі температури. Середня температура найтеплішого місяця липня на півночі становить 21°C, на півдні – 23°C. Абсолютний максимум температури досягає 39-41°C. Ймовірність високих температур 25-30°C становить 4-17%. Перехід середньодобових температур вище 5°C у південному Степу настає в кінці березня, а в північному – на початку квітня. Сума квітневих температур досить висока. Початок періоду з

середньою добовою температурою вище 15°C припадає на другу декаду травня. Розподіл опадів відзначається великою нерівномірністю. У північному Степу в середньому за рік випадає близько 450 мм опадів, а в південному – до 400 мм. На теплий період (квітень-жовтень) припадає 165-290 мм.

Майже щорічно бувають бездошові періоди, середня тривалість їх 20-25 днів. У північному Степу раз на два роки бездошові періоди тривають до 35 днів, а в південному – більше 40 днів. У північному Степу буває 55-60 посушливих днів за вегетацію.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке екологія рослин?
2. Охарактеризуйте екологічні фактори життя рослин.
3. Значення світла, тепла, вологи та повітря в житті рослин.
4. Охарактеризуйте культури за моделями агроекологічних зон ФАО.
5. Вкажіть способи регулювання температурного, повітряного режимів та режиму зволоження ґрунту?
6. Класифікація культур за вимогливістю до тепла.
7. Яровизація озимих та ярих зернових культур.
8. Класифікація сільськогосподарських культур за відношенням до вологи.
9. Що таке коефіцієнт водоспоживання?
10. Водний баланс ґрунту та його значення. Запаси продуктивної вологи в ґрунті.
11. Охарактеризуйте основні способи зрошення польових культур.
12. Охарактеризуйте вплив температури на розвиток надземної та підземної маси.
13. Значення біологічних мінімумів, оптимумів та максимумів температур в житті рослинного організму.
14. Охарактеризуйте вміст кисню та вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі, їх значення.
15. Агрокліматичне районування України, його значення.
16. Охарактеризуйте агрокліматичні ресурси Поліської, Лісостепової та Степової зони України.
17. Вкажіть основний зміст еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів?
18. Дайте характеристику ґрунтово-біотичного комплексу Полісся, Лісостепу та Степу.

РОЗДІЛ 2. АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

2.1. Посухо- та жаростійкість

Посуха – це висушування кореневмісного шару ґрунту через тривалу відсутність опадів і високу випаровуваність, що призводить до порушення нормального водопостачання рослин та зниження їх продуктивності.

Вона виникає при антициклонному режимові погоди і супроводжується підвищенням в порівнянні з середніми нормами температури повітря протягом періоду вегетації.

Посухостійкість – це здатність рослин продуктивно використовувати воду при високій температурі, низькій відносній вологості повітря та ґрунту і забезпечувати при цьому високу врожайність і якість продукції. **Стійкість рослин до посухи** це фактично адаптивне пристосування до існування при дефіциті вологи.

Посуха буває **ґрунтовою, атмосферною, комбінованою** і проявляється у весняний, літній період або протягом всієї вегетації рослин.

Ґрунтова посуха характеризується дефіцитом доступної вологи в ґрунті, **атмосферна (повітряна) посуха** спричиняє сильну транспірацію рослин і випаровування з поверхні ґрунту. **Комбінована (ґрунтова-атмосферна)** включає в себе поєднання двох перших видів посухи і є найбільш небезпечною для сільськогосподарських культур та їх продуктивності.

В залежності від пори року розрізняють **весняні, літні, осінні та зимові посухи**. **Весняні й осінні посухи** настають за невисокої температури і низької вологості повітря (до 10%), внаслідок чого вода з ґрунту інтенсивно випаровується. **Літні посухи** зумовлені сухим спекотним повітрям, що призводить до посилення фізичного випаровування та транспірації. **Зимові** посухи спостерігаються при зниженні вологості повітря.

Ступінь посушливості оцінюють за співвідношенням між надходженням і можливою витратою вологи (випаровуваністю) – **показником посушливості Бова**:

$$K = 10 \cdot (W_{\text{п}} + r) / \sum t;$$

де $W_{\text{п}}$ – запаси продуктивної вологи навесні в шарі ґрунту 0-100 см, мм; r – кількість опадів з початку весни до моменту виконання розрахунку, мм; $\sum t$ – сума середніх добових температур понад 0 °C до моменту проведення розрахунку.

Початком посухи вважають зниження *показника посушливості* до 1,5.

Атмосферну і змішану посухи спричиняють *суховії* – метеорологічне явище, яке характеризується низькою відносною вологістю повітря (менш як 30%) у поєднанні з його високою температурою (понад 25 °С) і швидкістю вітру понад 5 м/с, що зумовлює високу випаровуваність і порушення балансу вологи рослин. Особливо гостро посуха проявляється на солонцюватих та засолених ґрунтах у зв'язку з підвищенням осмотичного тиску ґрунтових розчинів.

В Україні виділяють два осередки з підвищеною кількістю суховіїв (протягом 25-30 діб):

1) південні області – Миколаївська, Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська та центральні степові райони Криму;

2) східні райони Луганської і частина районів Донецької області.

Частота і тривалість посух, помітно коливаючись роками, зростає від Лісостепу до сухого Степу.

Стійкість до посухи сільськогосподарських культур визначають як за прямими, так і за побічними ознаками. Про дію посухи можна говорити після визначення врожайності, росту, висоти рослин, розмірів колоса та його озерненості. Одним із критеріїв оцінки на посухостійкість є визначення приросту сухої речовини при посусі. В посушливих сортів та гібридів цей показник знижується менше, ніж у нестійких сортів.

Посухостійкість зумовлюється добрим розвитком кореневої системи (глибиною проникнення, розгалуженістю та високою вбирною здатністю), товстим шаром воскового нальоту на листках і стеблах, високою водоутримуючою здатністю клітин. Локальний прояв посухи послаблюється при близькому заляганні підґрунтових вод, коли корені рослин досягають капілярної кайми.

Стійкість до ґрунтової посухи визначають при вирощуванні культур у фітотронах, які повністю ізолюють від опадів, а також по проростанню насіння в розчині сахарози з високим осмотичним тиском (від 8 до 18 атм.). Крім того для оцінки посухостійкості застосовують: оцінку здатності сортів переносити один і той же рівень зневоднення, який пов'язаний із структурною стійкістю цитоплазми; визначення вмісту нагромадженого крохмалю в кореневому чохлаку (у більш стійких рослин крохмаль розчиняється повільніше).

Основні способи боротьби з посухою і суховіями: зрошення; поверхневий обробіток ґрунту плоскорізами; застосування прямого посіву із залишенням на поверхні поля стерні; (NO-TILL та MINI-TILL); снігозатримання (дає змогу збільшити запаси продуктивної вологи в метровому шарі в 1,5-2 рази); полезахисне лісонасадження; використання кулісів з високостеблових рослин; мульчування ґрунту; застосування парів; дотримання оптимальних строків сівби; внесення органічних добрив та застосування сидератів.

Хімічно зв'язана, гігроскопічна і плівчаста вода та водяна пара створюють так званий "мертвий" запас води у ґрунті, який ще називають *вологістю в'янення*, і виражають коефіцієнтом в'янення.

Під час посухи в період наливу зерна (весняно-літній) спостерігаються такі явища, як запал та захват. *Захват* – відбувається в умовах ґрунтової посухи, коли поживні речовини із листків та інших вегетативних органів не надходять до зернівок, а навпаки відтягуються із них. *Запал* – явище, яке спостерігається в умовах атмосферної посухи, коли вологість повітря опускається в період наливу зерна, нижче 30% (характерні суховії). Характеризується порушенням надходження пластичних речовин у зернівки. Часто коли в цей же період випадає велика кількість атмосферних опадів, здійснюється вимивання поживних речовин із зернівок. Це явище називається *стіканням*, яке супроводжується появою на поверхні зернівок білих струмочків із вимитих запасних речовин ендосперму.

У вологолюбних трав'янистих рослин стійке в'янення настає при всисній силі ґрунту 0,7-0,8 МПа, у більшості сільськогосподарських рослин – при 1-2 МПа, а в рослин помірно сухих умов – при 2-3 МПа.

Коефіцієнт в'янення – це вологість ґрунту у відсотках, за якої настає стійке незворотне в'янення рослин, тобто коли тургор рослин не відновлюється, якщо її помістити в атмосферу, насичену водяною парою. Визначається *коефіцієнт в'янення* відношенням вологості в'янення до максимальної гігроскопічної. Доступною волога стає тоді, коли її вміст у ґрунті перевищує рівень вологості в'янення, або коли вологість ґрунту в 1,5 рази, а для деяких культур у 2 рази перевищує максимальну гігроскопічність. Чим більше в ґрунті органічних сполук, мулу та колоїдів, тим більша вологість в'янення: у піщаних ґрунтах вона становить 0,5-1,5%, у супіщаних – 1,5-4%, у суглинкових – 3,5-12%, у глинистих – 12-20%, на торфовищах – 40-50%.

Величина коефіцієнта в'янення істотно змінюється в різних рослин (табл. 9).

9. Коефіцієнти в'янення різних сільськогосподарських культур (за В.П. Гудзьом, 2007)

1,0-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8
Сорго	Люцерна	Пшениця	Кукурудза
	Буркун	Ячмінь	Соняшник
	Суданська трава	Просо	Картопля
		Льон	Овес
			Гречка та соя

Ущільнення ґрунту помітно скорочує кількість водо- і повітряпроводних щілин, в які могли б проникати коріння рослин, у той же час збільшується частина мілких неактивних щілин, в яких вода утримується з тиском більше 1,6 МПа. В межах щільності 1,5-1,55 г/см³ вологість в'янення зростає на 28-30% у порівнянні з щільністю 1,11-1,44 г/см³.

Оптимальна вологість кореневмісного шару ґрунту, за якої досягається максимальна інтенсивність росту рослин, змінюється для різних видів в межах 65-90% найменшої вологості, зокрема: 75-90% для багаторічних трав, 65-80% – для зернових, 70-85% – для овочевих культур.

Жаростійкість рослин означає здатність переносити спеку без незворотного пошкодження. Вона складається з можливостей протоплазми витримувати екстремально високі температури та можливості уникати пошкоджень екранованих та відбитих предметів теплозахистом, охолодженням, внаслідок транспірації.

Жаростійкість залежить від тривалості впливу тепла, тобто підпорядковується впливу тепла та **закону кількостей**: більш помірна спека при значній тривалості проявляє таке ж пошкодження, як і короткотермінова велика спека. Тому дану ознаку вважають характеристикою перенесення певних температур при їх півгодинній дії.

За жаростійкістю розрізняють групи **не жаростійких** видів рослин, які пошкоджуються вже при 30-40 °С, **жаростійких** здатних переносити півгодинне нагрівання до 50-60 °С. Температура вище 60 °С є перехідною межею для високо диференційованих рослинних клітин. Більш високі температури здатні переносити лише **жаростійкі біотиби рослин**.

Жаростійкість – дуже специфічна властивість, навіть близькі види однієї і тієї ж родини можуть помітно відрізнятися за цією ознакою. Найбільш суттєві відмінності в стійкості встановились у процесі еволюції та відбору. З культурних рослин жаростійкістю характеризуються рослини південних широт – сорго, рис, бавовник. У період утворення генеративних органів жаростійкість однорічних рослин зменшується.

2.2. Критичні періоди та періоди найбільшого поглинання вологи

Критичний період – це період, протягом якого рослина найбільш чутлива до дефіциту фактора життя, зокрема вологи. В польових культур критичні періоди потреби у волозі створюються під час формування репродуктивних органів, в озимих – вихід у трубку – колосіння; проса, кукурудзи – цвітіння – молочна стиглість (10 днів до цвітіння, період цвітіння та 20 днів після цвітіння); зернобобових і гречки – цвітіння; соняшнику – утворення кошиків – цвітіння; бавовнику – від цвітіння до закладання коробочок; баштанних – від цвітіння до досягання. В корене- та бульбоплодів найбільша потреба у волозі спостерігається у період цвітіння – утворення коренеплодів та бульб.

В умовах помірного клімату одна рослина пшениці за період вегетації випаровує – 2-3 л води, соняшнику – до 100, кукурудзи на півдні – 97-113, цукрових буряків – 60 л. Кількість води, яку витрачає рослина для утворення одиниці сухої речовини врожаю, називається **транспіраційним коефіцієнтом (ТК)**, а кількість сухої речовини, яка створюється на одиниці маси витраченої рослиною води – **продуктивністю транспірації**. Однак волога витрачається не тільки рослиною, а й випаровується з поверхні ґрунту, тому загальні витрати вологи полем називають **коефіцієнтом водоспоживання**. За помірного і недостатнього забезпечення рослин водою урожайність їх знижується, але якість продукції, зумовлена вмістом цінних речовин, поліпшується. Так, за сухого клімату в зерні зернових збільшується вміст білка, в насінні соняшнику – жиру, в бульбах картоплі – крохмалю, в ягодах винограду і коренеплодах цукрових буряків – цукру і т.д.

Певною мірою посухостійкість рослин може характеризуватися коефіцієнтом транспірації, тому що цей коефіцієнт специфічний для різних культур і показує, наскільки продуктивно витрачається волога рослинами.

Транспіраційний коефіцієнт (ТК) залежить від освітлення рослин, температури навколишнього середовища, вологості повітря і ґрунту, забезпеченості елементами живлення, швидкості вітру тощо. За цим показником можна оцінювати вимогливість культур до вологи, хоча він і змінюється у значних межах (табл. 10).

Найбільш посухостійкими рослинами є такі, що відрізняються меншими розмірами продихів і клітин мезофілу, тому при селекції посухостійких форм слід звертати увагу в першу чергу, на дрібноклітинність і на розмір листової пластинки.

10. Показники транспіраційних коефіцієнтів польових культур (О.Ф. Смаглієм та ін., 2006)

Культура	ТК	Культура	ТК
Пшениця озима	340-420	Горох	400-600
Жито озиме	300-420	Боби кормові	600-800
Пшениця яра м'яка	400-700	Конюшина	500-600
Ячмінь	300-450	Люцерна	600-900
Овес	400-500	Цукрові буряки	240-400
Кукурудза	170-300	Картопля	350-550
Просо	200-250	Бавовник	350-500
Сорго	180-240	Льон-довгунець	400-450
Гречка, тютюн	450-600	Коноплі	500-700

Різні листки однієї і тієї ж рослини за анатомічною будовою неоднакові. У перерахунку на одиницю поверхні верхні листки в порівнянні з нижніми мають більшу кількість продихів, більшу довжину жилок і більше волосків, якщо вони є.

Крім того, чим вище на рослині розташований листок, тим дрібнішими будуть клітини верхнього і нижнього епідермісу. Клітини мезофілу, замикаючі клітини, продихові щілини, волоски, розташованих вище листків мають сильніше розвинену палісадну паренхіму в порівнянні з губчастою, більш потовщені зовнішні оболонки верхнього і нижнього епідермісу, краще розвинутий восковий шар. Отже, листки, розташовані у верхній частині рослини, далі від кореня, мають більш ксероморфну будову, яка спричиняється в результаті дії так званих відвідних токів (табл. 11).

11. Середні витрати води на утворення 1 г сухої речовини, г (О.Ф. Смаглієм та ін., 2006)

Рослини	Витрати води	Рослини	Витрати води
Пшениця	340	Картопля	640
Жито	630	Гречка	580
Ячмінь	520	Соняшник	600
Овес	580	Льон	905
Рис	680	Цукрові буряки	400
Кукурудза	370	Люцерна	840
Просо	300	Конюшина лучна	640
Сорго	322	Стоколос безостий	1016
Горох	700	Кінські боби	776
Квасоля	700	Бавовник	570

Густа сітка провідних пучків, дрібноклітинність, більша кількість продихів – властиві *ксерофітам*, тобто рослинам сонячних, посушли-

вих місць. **Посуhostійкість** рослин визначається в першу чергу економічними витратами води і що найважливішими анатомічними ознаками таких рослин повинні бути: невелика кількість продихів, товста кутикула, слабкий розвиток листової поверхні і т.п. У посуhostійких культурних рослин крім економної транспірації повинна бути висока асиміляція.

Коефіцієнт водоспоживання (табл. 12) менш специфічний для культур і характеризує ефективність використання вологи агроценозом. Він більше залежить від природних і агротехнічних факторів, ніж коефіцієнт транспірації, помітно підвищується в зоні з недостатньою кількістю опадів. Зниження коефіцієнта водоспоживання досягається скороченням непродуктивних витрат вологи шляхом вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Коефіцієнт водоспоживання має важливе значення при розрахунку рівня можливої урожайності. В табл. 12 наведені найбільш типові коефіцієнти водоспоживання основних польових культур.

12. Коефіцієнти водоспоживання сільськогосподарських культур, м³/т сухої біомаси (Смаглій О.Ф. та ін., 2006)

Культура	Умови зволоження		
	вологі	середні	посушливі
Озима пшениця	375-450	450-500	500-525
Озиме жито	400-425	425-450	450-550
Яра пшениця	350-400	400-465	435-500
Ячмінь	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Картопля	167-300	450-500	550-660
Цукрові буряки	240-300	310-350	350-400
Льон	240-250	300-310	370-380
Багаторічні трави (сіно)	500-550	600-650	700-750

Для характеристики умов росту рослин, поряд з опадами, велике значення має випаровування вологи з поверхні ґрунту, яке залежить від температури. Виходячи з цього Г.Т. Селянинов ввів **гідротермічний коефіцієнт (ГТК)**, який розраховують за формулою:

$$K = (\sum O / \sum T) \cdot 10;$$

де О – кількість опадів за вегетаційний період, мм;

Т – сума активних температур (понад 10 °С) за цей самий період.

Якщо $K > 1,6$ – це зона надмірного зволоження; 1,3-1,6 – достатнього зволоження, 1,3-1,0 – слабо посушлива зона; 0,7-1,0 – посушлива зона; 0,4-0,7 – сильно посушлива зона; $K < 0,4$ – суха зона, яка відповідає зоні

пустелі. Диференціація цього показника по кліматичних зонах дала такі результати.

13. Середньобогаторічний гідротермічний коефіцієнт (за В.В. Сахненком, 2007)

Зона і область	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Квітень- жовтень
Степ	1,3	0,9	1,0	0,8	0,7	0,7	1,2	0,8
Дніпропетровська	1,4	1,0	1,1	0,8	0,7	0,7	1,3	0,9
Донецька	1,6	1,0	1,1	0,8	0,7	0,7	1,6	1,0
Запорізька	1,2	0,9	0,9	0,7	0,6	0,6	1,0	0,8
Кіровоградська	1,5	1,1	1,2	1,0	0,9	0,8	1,4	1,1
Крим	1,1	0,9	0,9	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8
Луганська	1,6	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	1,6	1,0
Миколаївська	1,3	0,9	1,1	0,8	0,7	0,7	1,1	0,9
Одеська	1,2	0,9	1,0	0,7	0,6	0,7	0,9	0,8
Херсонська	1,0	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,9	0,7
Лісостеп	1,9	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,9	1,4
Вінницька	2,0	1,4	1,4	1,4	1,1	1,1	1,7	1,4
Київська	1,9	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,8	1,3
Полтавська	1,7	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	1,9	1,2
Сумська	1,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	2,3	1,4
Тернопільська	2,2	1,6	1,7	1,6	1,4	1,3	2,0	1,6
Харківська	1,7	1,1	1,5	1,0	0,9	0,9	1,8	1,2
Хмельницька	2,1	1,4	1,6	1,6	1,4	1,3	1,9	1,5
Черкаська	1,7	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	1,6	1,2
Чернівецька	2,3	1,6	1,7	1,6	1,3	1,3	1,7	1,6
Полісся	2,1	1,5	1,7	1,6	1,4	1,4	2,0	1,6
Волинська	1,9	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,9	1,5
Житомирська	2,0	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,9	1,5
Закарпатська	2,0	1,6	1,9	1,6	1,4	1,5	2,4	1,7
Івано-Франківська	2,4	1,9	2,0	1,9	1,6	1,4	1,8	1,8
Львівська	2,3	1,9	2,0	1,9	1,6	1,6	2,1	1,9
Рівненська	2,0	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,9	1,5
Чернігівська	2,0	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	2,2	1,4

Для Поліської зони при середньому багаторічному значенні ГТК 1,2 показник посухи склав 0,7, для Лісостепової зони при середньому ГТК 0,8 показник посухи дорівнює 0,6, для Степової зони при середньому значенні ГТК 0,6 показник посухи відповідно складає 0,5. При цьому роками з посухами вважаються ті, в які урожайність, у порівнянні з середніми значеннями, знизилась більше ніж на 25%.

Потребу культур у волозі за період вегетації можна виразити як суму опадів, мм: озима пшениця – 650; ячмінь ярий – 285; овес – 209;

кукурудза ранніх і середньостиглих гібридів – 220-350; просо – 300; горох – 320; цукрові буряки – 530; соняшник – 250.

Особливо шкідливий дефіцит вологи за 5-8 днів до виколошування та під час формування й наливу зерна у злакових культур. У першому випадку спостерігається череззерниця в колосі та стерильність верхівки колоса, у другому – зменшення розмірів і виповненості зерна. На час дозрівання в деяких сортів колос стає ламким.

2.3. Морозо- та зимостійкість

Взимку, внаслідок специфічного поєднання кліматичних та метеорологічних чинників, для організмів можуть скластися особливо несприятливі умови, які найбільш згубні для рослин. Спостерігається загальна закономірність: при понижених температурах **розвиток рослин** (настання фаз) затримується, при підвищених – відбувається швидше, а загальний період вегетації культури, відповідно, збільшується або зменшується. Так, одні й ті самі сорти польових культур, висіяні навесні, можуть досягти повної стиглості за 80-100, а при літніх посівах (післяукісних або післяжнивних) – за 60-70 днів. Це, зокрема, стосується посівів проса, гречки, ячменю, гороху, ранньостиглих гібридів кукурудзи.

За відношенням до низьких температур культури поділяють на **морозо-** і **слабкоморозостійкі**, а за **зимостійкістю** – на зимо- і малозимостійкі.

Зимостійкістю рослин називають їх здатність протистояти комплексу несприятливих погодних умов узимку (сильним морозам, випріванню, вимоканню, крижаній кірці, різким коливанням температури). Вона зумовлена адаптацією рослин до сезонних і щоденних змін погоди, яка має три прояви:

- **морфологічний** – приземний ріст, глибоке залягання вузла кущення та ін.;
- **фізико-хімічний** – зневоднення тканин, накопичення вуглеводів тощо;
- **фенологічний** – сповільнений перехід до генеративних фаз (яровизація в умовах короткого дня).

Температура, тривалість дня, опади – важливі чинники для проходження процесів адаптації.

Морозостійкість – це здатність рослин протистояти низьким мінусовим температурам узимку. На відміну від стійкості до приморозків

рослин у теплу пору року (весна – осінь) морозостійкість набувається постійною підготовкою рослин у холодну пору року – **загартуванням**. У теплу пору року рослини його не мають і пошкоджуються навіть при незначних зниженнях температури.

До початку загартування (в першій половині осінньої вегетації) для рослин найкращою є висока вологість ґрунту, що забезпечує дружні сходи і добре кушіння рослин, та середньодобова температура повітря $+6...+12^{\circ}\text{C}$. Переростання рослин і надмірне їх кушіння небажані.

Загартування рослин відбувається в дві фази:

- **перша** – за сонячної погоди, середньодобової температури повітря $+6^{\circ}\text{C}$ і великої добової амплітуди (вдень $+10...+15^{\circ}\text{C}$, вночі $-1...-2^{\circ}\text{C}$);
- **друга** – за середньодобової температури $+2...+5^{\circ}\text{C}$.

У результаті проходження першої фази загартування, яка триває 12-15 діб, у рослин у протоплазмі накопичуються цукри та інші захисні речовини, клітини обезводнюються, а центральна вакуоля розпадається на багато мілких вакуолей. В другу фазу, за рахунок часткового зневоднення тканин, підвищується концентрація клітинного соку, крохмал частково перетворюється на цукри. Ультраструктури і ферменти протоплазми перебудовуються таким чином, щоб клітини переносили обезводнення з утворенням льоду.

Зимостійкість залежить від вмісту в зимуючих органах рослин не тільки розчинних цукрів, але й інших захисних сполук. До них належать високоатомні спирти, глюкозиди та інші речовини. Максимальний вміст їх виявлений у всіх випадках в найбільш відповідальний період зимівлі, що свідчить про визначений напрямок метаболічних процесів. У менш зимостійких сортів ці речовини або відсутні, або виявляються в незначній кількості.

На загартування рослин позитивно впливають: достатнє забезпечення сонячною радіацією, знижена температура вночі, деякий дефіцит вологи в ґрунті і повітрі. Тепла хмарна погода менш сприятлива для проходження першої фази загартування, оскільки ріст рослин триває і цукри витрачаються інтенсивніше.

Після успішного проходження загартування рослини озимої пшениці на глибині вузла кущення можуть витримувати до -18°C , озимого жита – до -28°C , озимого ячменю до -14°C . Рослини конюшини червоної переносять зниження температури до $-13...-16^{\circ}\text{C}$, люцерни – до $-17...-19^{\circ}\text{C}$.

Критичною для вимерзання рослин вважають температуру, за якої гине 50% рослин і більше, посіви при цьому потрібно пересівати (табл. 14).

14. Стійкість сільськогосподарських культур до заморозків у різні фази розвитку, °C (О.Ф. Смаглій та ін., 2006)

Культура	Початок пошкодження і часткова загибель рослин по фазах			Загибель більшості рослин по фазах		
	сходи	цвітіння	стиглість	сходи	цвітіння	стиглість
Найбільш стійкі						
Яра пшениця	-9...-10	-1...-2	-2...-4	-10...-12	-2	-4
Овес	-8...-9	-1...-2	-2...-4	-9...-11	-2	-4
Ячмінь	-7...-8	-1...-2	-2...-4	-8...-10	-2	-4
Горох	-7...-8	-3...-4	-3...-4	-8...-10	-3...-4	-4
Стійкі						
Соняшник	-5...-6	-3	-2...-3	-7...-8	-3	-3
Боби	-5...-6	-2...-3	-2...-3	-6	-3	-3...-4
Льон	-5...-6	-1...-3	-2...-4	-7...-8	-2...-3	-4
Цукрові буряки	-6...-7	-2...-3	-5	-8	-3	-6...-7
Середньостійкі						
Соя	-3...-4	-2	-2...-3	-4	-2	-3
Малостійкі						
Кукурудза	-2...-3	-1...-2	-2...-3	-3	-2	-3
Просо	-2...-3	-1...-2	-2...-3	-3	-2	-3
Сорго	-2...-3	-1...-2	-2...-3	-3	-2	-3
Нестійкі						
Гречка	-1...-2	-1	-1...-2	-2	-1	-2
Рис	-0,5...-1	-0,5	—	-1	-0,5	-2
Бавовник	-0,5...-1	-0,5...-1	-1	-1	-1	-2

Стабілізації морозостійкості сприяють помірні морози, а температура понад 10°C призводить до її зниження. Похолодання забезпечує повторне загартування рослин, але дещо менше, ніж початкове. Весняне потепління призводить до незворотної втрати морозостійкості.

Висока зимостійкість сорту тієї чи іншої культури залежить від його пластичності. Ця властивість рослинного організму виражається в швидкому пристосуванні рослини до різних умов середовища. Завдяки цьому забезпечується нормальний ріст, висока продуктивність, навіть при несприятливих умовах посухи, морозів, ґрунтового засолення та інших факторів.

Одним із фізіолого-біохімічних показників зимостійкості є стан пластидного апарату та пігментної системи протягом зимівлі. В зимостійких сортів пластидний апарат піддається перетворенню. В кожній клітині міститься певна кількість хлоропластів, які розпадаються на велику кількість гранул. Виникнення їх не пов'язане з вицвітанням

хлорофілу, так як вони залишаються зеленими, внаслідок чого пігментна система у зимостійких сортів не вицвітає.

Способи захисту рослин від вимерзання: 1) снігозатримання (оптимальна висота снігового покриву до 20 см) – здійснюють залишенням на зиму куліс із високостеблових рослин, стерні злакових рослин, створення полезахисних лісосмуг, влаштуванням снігових валків та ін.; 2) вчасна сівба та достатнє фосфорно-калійне удобрення для успішного кушіння й загартування; 3) оптимальна глибина заробки насіння; 4) використання зимостійких сортів озимих культур.

Морозостійкими можуть бути озимі та ярі форми. Такі рослини добре витримують осінні й весняні заморозки, перші морози. До них належать овес, горох зимуючий, багаторічні трави, з озимих – пшениця, ріпак, суріпиця, жито, тритикале. **Слабкоморозостійкі** рослини витримують нетривалі заморозки не нижче мінус 2...4 °С. Це кукурудза, цукрові і кормові буряки, сорго та ін. Серед них трапляються і більш холодостійкі сорти та гібриди.

На морозостійкість озимих зернових культур істотно впливає характер розвитку **кореневої системи**. При її пошкодженні процеси регенерації рослин озимої пшениці проходять слабше, так як вона безпосередньо приймає участь в обміні речовин і відіграє важливу роль в рості та розвитку рослин.

Відомо, що стійкість до низьких температур залежить від **системи удобрення**, зокрема **калійного**. При внесенні калійних добрив покращується забезпечення тканин рослин вуглеводами, які не тільки підвищують концентрацію клітинного соку, але знижують точку замерзання і є основним джерелом енергетичного матеріалу для дихання. В процесі окислення вуглеводів при диханні виділяється велика кількість енергії та тепла. Тому достатнє забезпечення рослин калієм сприяє вищому вмісту вуглеводів в тканинах. Такі рослини вимерзають при більш низьких температурах. Посилення азотного живлення сприяє підвищенню загибелі листяного апарату за зимовий період.

Позитивно впливає на стійкість рослин до низьких температур внесення органічних добрив. Відомий позитивний вплив **мікроелементів** на стійкість до низьких температур, зокрема марганцю, цинку та міді, які підвищують морозостійкість і врожайність озимої пшениці.

На посівах озимих культур спостерігаються ще такі екологічні явища як **випрівання, вимокання, випирання**.

Випрівання трапляється здебільшого на посівах озимих культур, часто також на посівах багаторічних трав, коли випадає багато снігу (понад 30 см) на незамерзлий ґрунт, та під час тривалих відлиг під

сніговим покривом (температура на глибині вузла кущення близько 0°C). За цих умов посилюється дихання рослин без надходження органічної речовини (фотосинтез відсутній, а процеси живлення сповільнені або не відбуваються). Рослини гинуть від виснаження і грибкових хвороб (снігова плісень). Триває цей процес не менш як 30-40 діб, а повністю рослини виснажуються за 80 діб. Відновлення фотосинтезу після сходження снігового покриву дає змогу зберегти посіви. Випрівання посилюється також при переростанні озимих культур восени.

Для захисту озимих від випрівання потрібно: ущільнювати сніг коткуванням для поліпшення теплообміну; мульчувати поверхню снігу темними речовинами для прискореного сніготанення (грунтом, торфом, золою); дотримуватися оптимальних строків сівби. При переростанні озимих культур необхідно проводити підкошування вегетативної маси; регулювати азотне живлення рослин на фоні фосфорно-калійного.

Вимокають рослини під час відлиг на "блюдцях", де протягом певного періоду їх підтоплює вода. На важких суглинкових ґрунтах рослини вимокають при затопленні їх протягом 18-20 діб і більше. За плюсових температур небезпека вимокання більша. Затоплення погіршує загартування рослин і знижує їх морозостійкість. Основним **заходом боротьби** є відведення зайвої вологи за допомогою щілювання, кротування тощо.

Випирання на посівах рослин спостерігається при чергуванні потепління із заморозками наприкінці зими і рано навесні. Крім того, причиною випирання може бути не дотримання часового інтервалу – 20-40 днів від оранки до посіву озимих культур. При цьому оголюються і розриваються кореневі системи, рослини погано відростають. Запобігти випиранню можна своєчасним обробітком ґрунту і сівбою в ущільнений ґрунт на достатню глибину.

Видування характерне за умов тривалих вітрів зі швидкістю понад 10-15 м/с і відсутності снігового покриву. При цьому верхня частина кореневої системи рослин і вузли кушіння оголюються, внаслідок чого вони гинуть. **Заходи боротьби** – створення лісосмуг, застосування кулісних та смугових посівів, ґрунтозахисний обробіток, снігозатримання та ін.

Шкодить посівам також **льодяна кірка**, появляється вона внаслідок замерзання води після танення снігу, під час тривалих відлиг або при випаданні дощів. Відповідно розрізняють **висячу льодяну кірку**, яка утворюється на поверхні рослин та **притерту льодяну кірку**, яка утворюється на поверхні ґрунту. Дія кірки різнобічна: механічне по-

шкодження рослин, випирання рослин на поверхню ґрунту, збільшення теплопровідності й пов'язане з цим посилення дії морозів, удушення, внаслідок порушення газообміну. Щоб запобігти їй, під час основного і передпосівного обробітку ґрунту, потрібно старанно вирівнювати поверхню поля та посипати її темними матеріалами (торф, ґрунт та ін.).

2.4. Методи визначення морозо- та зимостійкості озимих культур

Для визначення **морозостійкості** в озимих культур можна використовувати: вміст цукрів і сухої речовини, осмотичний тиск, в'язкість плазми, відношення до яровизації, відношення до тривалості дня, тип росту, розмір клітин, структуру і функції мітохондрій, величину електроопору, метод електрофорезу білків, розміри і ступінь диференціації колоса у період початку відростання.

Вивчаючи природу **морозостійкості**, необхідно звернути увагу на інтенсивність перетворення білкових речовин і активність протеолітичних ферментів. Показовим в цьому відношенні є утворення при дії морозів амінокислот, їх склад, динаміка утворення амідів. Захисне значення мають деякі амінокислоти, особливо пролін та амід. Їх утворення залежить від активності та напрямку дії протеолітичних ферментів.

Інтенсивність перетворення і активність життєдіяльності у різних сортів неоднакова, а отже і енергетичні процеси виражаються різними величинами. Тому одним із показників стійкості організму до впливу морозу і заморозків є **інтенсивність дихального процесу**. В різних сортів вона може порушуватись при дії морозів як при поглинанні кисню, так і при виділенні вуглекислоти.

Вміст води та оводненість листка, вузла кущіння, кореневої системи і вплив динаміки води в ґрунті на протязі зими обумовлює особливості фізико-хімічних сполук протоплазми та її органоїдів, що в кінцевому результаті впливає на морозостійкість.

Оцінку зимостійкості сортів проводять на основі даних осіннього та весняного обліків стану посівів за дев'яти бальною шкалою. Якщо стан посівів за зимовий період не погіршився, то зимостійкість оцінюють балом 9.

Якщо ж стан посівів весною гірший, ніж перед настанням зими, то зимостійкість оцінюють відповідно до нижче наведеної схеми 1.

Середню оцінку зимостійкості сортів розраховують з точністю до 0,1 бала як середнє арифметичне цього показника у варіантах.

Схема 1

Стійкість посіву восени, балів	1	9								
	2	8	9							
	3	7	8	9						
	4	6	7	8	9					
	5	5	6	7	8	9				
	6	4	5	6	7	8	9			
	7	3	4	5	6	7	8	9		
	8	2	3	4	5	6	7	8	9	
	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стан посіву весною, балів										

Зимостійкість, балів

Оцінку стану посівів восени перед настанням зими та весною після початку відновлення вегетації проводять у балах: **1** – стан восени поганий, зійшло 31-50% від висіяного, рослини слабкі, весною залишилось не більше 30% від заданої густоти; **3** – рослин близько 50% від заданої густоти, кушіння восени не настало, сильний розвиток хвороб та шкідників; **5** – стан задовільний, густота рослин близько 70% від заданої, кушення слабе, або рослини восени перерослі, помірний розвиток хвороб та шкідників; **7** – стан хороший, густота рослин близько 80%, рослини не перерослі, кушення з осені не завершено, ознаки ураження хворобами та ушкодження шкідниками відсутні або слабкі; **9** – стан відмінний, посів заданої густоти, коефіцієнт кушення високий (3-4), пожовтіння листків відсутнє.

Якщо посіви після виходу з-під снігу мають строкатий вигляд внаслідок нерівномірного випадання рослин, слід застосовувати дробну візуальну оцінку для весняного обліку стану посівів.

Для визначення **стану озимих посівів** в зимовий період з поля періодично відбирають проби і ставлять їх в тепле приміщення для **відрощування**.

Проби беруть 25 січня і 23 лютого. В тому випадку, коли умови перезимівлі посівів сприятливі і немає підстав очікувати значного їх пошкодження, проби не відбирають. За екстремальних метеорологічних умов, які можуть викликати пошкодження посівів, необхідно додатково взяти проби через 10 днів після дії несприятливого фактора.

Проби на відрощування беруть у вигляді **монолітів** завдовжки 25-30 см, завширшки – двох суміжних рядків та глибиною не менше 20 см. Перед взяттям проб вимірюють товщину снігового покриву та крижаної кірки (за її наявності), після чого сніг обережно знімають і починають

вирубувати моноліт.

Для захисту рослин від морозу, укладені в ящики проби накривають мішковиною. Ящики з монолітами слід тримати перші 2-3 доби у приміщенні з температурою +5...+10 °С. Після розмерзання моноліти переносять на 12 діб у світле приміщення з температурою +18...+20°С.

Підраховують на 15 день після взяття проб зимостійкість. Для цього всі рослини відокремлюють від ґрунту, промивають водою, а потім окремо підраховують у кожному моноліті кількість живих (які утворили корінці та листочки) і загиблих рослин, що не відросли.

Характеризуючи моноліт, відмічають фазу розвитку рослин, зовнішній їх вигляд, пошкодження рослин сніговою пліснявою чи шкідниками. Визначають і записують основні причини загибелі рослин (вимерзання, вимокання тощо).

Для **термінового визначення стану посівів** озимих культур застосовують швидкісні методи відрощування.

Із **застосуванням тетразолу** – у визначені строки беруть проби рослин. Кількість рослин у пробі повинна бути близькою до їх кількості в моноліті. Проби рослин розморожують у холодній воді чи в приміщенні за температури 8-10°С, після цього рослини відмивають, відрізають у них корінці і листки на відстані 3-5 мм від основи вузла кущіння. Обрізані вузли кущіння заливають 0,5% розчином тетразолу і переносять на годину в термостат з температурою 40°С. За відсутності термостату дані вузли кущіння накривають темним не прозорим матеріалом і залишають у теплій кімнаті на 4 год. Після цього підраховують кількість живих і загиблих рослин та обчислюють відсоток останніх від загальної кількості рослин у пробі. В живих рослин конус наростання забарвлюється у вишнево-червоний чи червоний колір, а в загиблих – не забарвлюється.

Метод Донського НДІСТ – взяті моноліти в теплому приміщенні розморожують, відмивають рослини від ґрунту і на відстані 1 см від вузла кущіння зрізують листки та корінці. В скляну банку з водою кладуть вузли кущіння на вату, марлю чи фільтрувальний папір. Банку накривають для створення високої вологості і ставлять на 12-24 год. у тепле місце з температурою 24-26°С. Через добу в живих рослин спостерігається помітний приріст стебла і корінців.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте адаптивні властивості польових культур.
2. Класифікація посух та їх шкодочинність.
3. Посухостійкість та її значення.

4. Вкажіть основні способи боротьби з посухою і суховіями?
5. Дайте характеристику коефіцієнта в'янення?
6. Охарактеризуйте критичні періоди та періоди найбільшого поглинання води.
7. Вкажіть значення транспіраційного коефіцієнта та коефіцієнта водоспоживання при встановленні посухостійкості?
8. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), його значення.
9. Охарактеризуйте жаростійкість польових культур.
10. Які несприятливі умови можуть складатися для озимих культур протягом осінньо-зимового періоду?
11. Зимо- та морозостійкість їх значення. Загартування.
12. Вкажіть способи боротьби із основними причинами загибелі (вимерзання, випрівання, вимокання та ін.) озимих зернових культур у осінньо-зимовий період?
13. Методи визначення морозо- та зимостійкості озимих культур.
14. Обстеження та діагностика стану посівів озимих зернових культур.

РОЗДІЛ 3. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР

3.1.Фотосинтетична діяльність рослин

Основою життя на планеті Земля є фотосинтез, який відбувається у зелених рослинах під дією світла. **Фотосинтез** – це процес утворення зеленими рослинами органічної речовини ($C_6H_{12}O_6$) з CO_2 і H_2O за участю енергії сонячного світла. Як побічний продукт виділяється кисень, що є основним джерелом первинного синтезу органічних речовин і головним чинником біологічних колообігів у біосфері. Зелені рослини поглинають сонячну енергію, яка надходить у вигляді світла, і перетворюють її на енергію хімічних зв'язків органічної речовини.

Сонячне світло є практично єдиним джерелом енергії для Землі. Спектр випромінювання Сонця (сонячної радіації) поділяється на такі частини:

1. γ – випромінювання – довжина хвиль $\gamma < 10^{-5}$ мкм;
2. рентгенівське випромінювання – $10^{-5} < \gamma < 10^{-2}$ мкм;
3. ультрафіолетове випромінювання – $10^{-2} < \gamma < 0,39$ мкм, в тому числі ближнє – $0,29 < \gamma < 0,39$ мкм;
4. видиме випромінювання (світло) – $0,39 < \gamma < 0,76$ мкм;
5. інфрачервоне (теплове) випромінювання – $0,76 < \gamma < 3000$ мкм;
6. радіохвильове випромінювання – $\gamma > 3000$ мкм.

У процесі фотосинтезу використовується не весь спектр сонячної радіації, а лише та частина, яка знаходиться в інтервалі довжини хвиль 380-710 нм. Вона називається фотосинтетичною активною радіацією (ФАР). ФАР являється одним із важливих факторів продуктивності сільськогосподарських рослин.

Короткі промені (ультрафіолетові), які мають більшу енергію, здатні руйнувати структуру і порушувати функції складних біологічних молекул. Вони мають стерилізуючу, мутагенну і бактерицидну дію. Основний їх потік відбивається (екранується) киснем (O_2) і озоном (O_3) у високих шарах атмосфери. Під їх впливом у рослинних і тваринних організмах синтезується вітамін D. Дводольні рослини більш чутливі до ультрафіолетового випромінювання, ніж однодольні. Нижчі організми (гриби, бактерії, нематоди тощо) під впливом УФ – випромінювання гинуть за досить короткий час (наприклад бактерії – за 7 хв.). Летальна дія цього випромінювання посилюється за наявності кисню та з підвищенням кислотності субстрату.

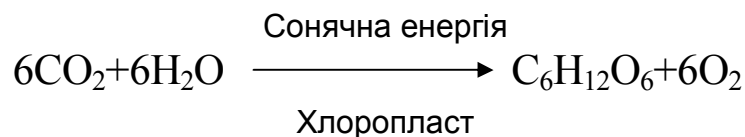
Ближнє ультрафіолетове випромінювання майже не чинить негативного впливу на зелені рослини, оскільки тканини їхніх зовнішніх покривів адаптуються до нього в процесі розвитку, а в помірних дозах воно корисне і сприяє нормальному обміну речовин та росту рослин. Ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвиль 0,29-0,32 мкм (290-320 нм) за тривалої експозиції (понад 10 год.) шкідливе для рослин, особливо в умовах слабкої освітленості, а менш як 0,29 мкм – згубне.

Інфрачервоні промені мають теплову дію на організм. Вони сприяють посиленню синтезу органічної речовини рослинами. Під їх впливом рослини набувають компактнішої форми.

Іонізуюче випромінювання (γ – випромінювання) характеризується мутагенною, патогенною дією, але в енергетичному балансі Землі його частка невелика, оскільки випромінювання з довжиною хвилі менш як 0,28 мкм поглинає озон атмосфери, і воно не досягає земної поверхні.

Оптичне випромінювання чинить на живі організми *енергетичну* (насамперед теплову), *біосинтетичну* (фотосинтез, синтез хлорофілу, вітаміну D), *морфологічну* (визначає величину *фітоелементів* – стебел, листків), *інформативну* (фотоперіодизм, морфогенез) і *каталітичну* (регулювання активності ферментів) дію.

Загальне рівняння фотосинтезу, як складова окислювально-відновної реакції, має наступний вигляд:



Таке зображення фотосинтезу доцільне, коли утворюється одна молекула глюкози. У процесі фотосинтезу відбувається розщеплення (фотоліз) молекул води енергією світла, кисень якої виділяється у повітря, а водень використовується для відновлення вуглекислоти до первинного продукту фотосинтезу – простого вуглеводу, який потім перетворюється у цукри, крохмаль та інші органічні сполуки.

Одним із перших процес фотосинтезу дослідив і теоретично обґрунтував видатний фізіолог К.А. Тімірязєв. Сучасні ж уявлення про фотосинтез базуються на квантовій теорії світла. Поглинаючи кванти світла, хлорофіл набуває якості активного окислювача і відновлює вуглекислий газ за рахунок водню молекули води. Щоб здійснити фотоліз води та відновити одну молекулу CO_2 , хлорофіл рослини має поглинути 8-12 квантів світла. При цьому частина поглинутої енергії перетворюється у хімічну.

Отже, від фотосинтетичної діяльності та сонця залежать процеси як утворення органічних речовин (вуглеводи, органічні кислоти, жирні кислоти, білки та ін.), так і виділення кисню. У процесі фотосинтезу щорічно виділяється $1,55 \cdot 10^9$ т кисню, а витрачається – $2,16 \cdot 10^{10}$ т, тобто на порядок більше. У зв'язку з цим баланс кисню в атмосфері надзвичайно дефіцитний. Близько 72% цієї кількості кисню виділяє рослинність суходолу і 28% – фотосинтезуючі організми Світового океану. Тому підвищення продуктивності фотосинтезу є першочерговим завданням галузі рослинництва.

Дихання рослин – це фактично **темнова фаза фотосинтезу**, яка відбувається без наявності світла із виділенням енергії. Основою дихання є окислення в організмі вуглеводів, білків, жирів та інших речовин, тому воно і вважається енергетичною основою життя. Сумарне рівняння дихання має такий вигляд:



При використанні інших речовин тепловий ефект буде іншим. Сумарно він дорівнює тепловому ефекту спалювання цих речовин: *вуглеводи* – 17,6 кДж/г, *білки* – 23,9 кДж/г, *жири* – 38,5 кДж/г. Більша калорійність білків і жирів зумовлена тим, що їхні молекули містять менше кисню, ніж молекули вуглеводів. Однак дихання не можна ототожнювати з горінням. При горінні субстрат розпадається, а вся енергія у вигляді тепла виділяється в навколишнє середовище. Дихання рослин завжди супроводжується втратою органічних речовин і виділенням енергії, проте в процесі дихання речовини не тільки розкладаються, а й синтезуються. При диханні енергія нагромаджується у хімічних макроенергетичних зв'язках АТФ, АДФ та інших речовин, що використовуються організмами в процесі життєдіяльності (ріст, переміщення асимілятів, синтез речовин та ін.).

На дихання рослини затрачають 22-25% органічних речовин, які утворюються під час фотосинтезу. Дихання відбувається і тоді, коли фотосинтезу немає (нічний час). Найбільш інтенсивно дихання відбувається у місцях активного росту й обміну речовин: на верхівках стебел та гілок, на кінчиках коренів, у бруньках, проростаючому насінні. Дихання при вільному доступі кисню повітря називається **аеробним**. При недостатньому забезпеченні киснем рослини переходять на **анаеробне дихання**, під час якого також виділяються вуглекислий газ і вода, але кисень для дихання мобілізується з внутрішніх ресурсів організму. Перехід на **анаеробне дихання** – це одна з пристосувальних властивостей організму до несприятливих умов середовища. При

тривалому **анаеробному** диханні в організмі посилюється використання органічних речовин із утворенням не повністю окислених речовин, які можуть спричинити його отруєння та загибель.

Для інтенсивної фотосинтетичної діяльності велике значення має оптимізація теплового, водного, повітряного та поживного режимів.

Поглинання ФАР посівами польових культур. На сьогоднішній день посіви культурних рослин використовують сонячну енергію у дуже низьких рівнях, хоча до земної поверхні надходить велика її кількість. Рослини використовують сонячну енергію протягом усього свого життя. Сонце діє на рослини не тільки безпосередньо, а й через нагрівання ґрунту і повітря.

На 1 га посіву за вегетаційний період (весна-осінь), залежно від кліматичної зони, надходить величезна кількість ФАР – від 4,19-6,29 млрд. Дж/га в північних районах, до 33,4-41,8 – у Середній Азії.

Ефективність використання променистої енергії рослинами характеризується **коефіцієнтом корисної дії**. Він показує, який відсоток ФАР фіксується в урожаї, порівняно з кількістю, що надходить на поверхню посіву культури. ККД ФАР коливається в широких межах. У природних фітоценозах він становить 0,2-0,5%, в агроценозах низької культури землеробства – 0,1-0,4, середньої – 0,5-1, високої 2,3-4,9%, теоретично можливий – 10-15%, за ідеальних умов фотосинтезу – 25-28%.

Коефіцієнт використання сонячної радіації залежить від культури. Так, для цукрових буряків він становить 1,94-2,0%, конюшини – 2,0-2,18, картоплі – 2,2-2,38, шпинату – 0,3-0,4, моркви – 0,8-1,0, льону – 3,5-3,61, люпину 4,5-4,7, озимої пшениці – 1,9-2,0 %. Доведено, що для накопичення органічної маси рослинами необхідна така кількість радіації, яка б перевищувала певне значення, що називається компенсаційною точкою. Для багатьох світлолюбних рослин, до яких відносяться сільськогосподарські, це значення знаходиться в межах 20-35 Вт/м². При нижчих значеннях інтенсивніше проходить дихання і зменшується накопичення органічної маси. В потоках сумарної радіації частка ФАР складає в середньому 50%. До того ж у розсіяній радіації вона дещо більша – 60%, а в прямій менше – 40%.

Сумарна величина ФАР за період з температурами вище 5 і 10 °С складає відповідно 1600-1750 та 1460-1470 МДж/м². Більшу її частину земна поверхня одержує у весняно-літній період. Така кількість сонячної радіації забезпечує вирощування багатьох основних сільськогосподарських культур. Виділяють ще **фізіологічно активну радіацію** (ФАР) в інтервалі довжин хвиль 0,35-0,75 мкм.

Ресурси ФАР для основних географічних зон України у відповідні вегетаційні періоди по місяцях наведено в таблиці 15.

В умовах України потреба в сумі ФАР за період вегетації озимої пшениці становить 1224 МДж/м², кукурудзи – 1353-1400, цукрових буряків – 1529 МДж/м². Ці показники дають змогу визначити райони можливого вирощування зазначених культур та виявити резерви підвищення врожаю. Такий резерв за період після повної стиглості озимої пшениці і до стійкого переходу середньодобової температури повітря через 10 °С восени коливається від 1419-1461 МДж/м² на півдні до 1048-1257 МДж/м² на півночі країни, що може забезпечити збирання додаткового врожаю сіна, зеленої маси і навіть зерна таких ранньостиглих культур як гречка, просо та ін.

15. Середні багаторічні показники ФАР для основних зон України, МДж/м² (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Зона	Місяць								За рік	За період з температурою	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		понад 10 °С	понад 5 °С
Полісся	168	214	289	310	314	268	184	109	2049	1425	1676
Лісостеп	168	222	302	323	327	289	201	117	2179	1466	1718
Степ	176	239	327	344	356	306	226	142	2376	1676	1927

Особливість радіаційного режиму посіву полягає в тому, що частина короткохвильової радіації, яка не відбилася від його верхньої межі, в міру проникнення в глиб посіву поступово ослаблюється, внаслідок поглинання і багаторазового відбивання фітоелементами. Тому поверхні ґрунту досягає невелика кількість сонячної радіації, в спектральному складі якої переважає зелений колір. Наприклад, в посівах соняшнику розподіл ФАР за ярусами листків буде таким: 47% сонячної енергії попадає до верхнього ярусу листків, 21% – до середнього, 5% – до нижнього, 19% – потрапляє на ґрунт, біля 8% відбивається. Якщо звичайне скло пропускає 90 і відбиває 8% оптичного випромінювання, то зелений листок – пропускає і відбиває по 10%, а поглинає – 80%.

С₃ і С₄ типи фотосинтезу. Світлові та темнові реакції розділені в часі: спочатку відбуваються світлові, після чого їх продукти АТФ (аденозинтрифосфорна кислота) і НАДФ-Н₂ (НАДФ – нікотинамід-аденіндинуклеотидфосфат) використовуються в світлoneзалежних біохімічних реакціях перетворення СО₂ на вуглеводи. Світлові реакції йдуть у мембранах хлоропластів, а темнові – в їх стромі. У цих реакціях бере безпосередню участь хлорофіл, який відіграє роль оптичного і

хімічного сенсibiliзатора і каталізуючи фотоліз води, забезпечує виділення кисню.

Темнові реакції контролюють ферменти, їх послідовність визначив *М. Кальвін*, який у 1961 р. за ці роботи був удостоєний Нобелівської премії.

Процес фіксування вуглецю називають **циклом Кальвіна**. CO_2 вільно приєднується до п'ятичленного цукру (рибулозодифосфат), утворена сполука відразу ж розпадається на дві тріози (дві молекули фосфогліцеринової кислоти – ФГК), ФГК перетворюється на дифосфогліцеринову кислоту. На цей процес фосфорилування використовується енергія АТФ ($\text{АТФ} > \text{АДФ}$). Дифосфогліцеринова кислота воднем НАДФ- H_2 відновлюється до фосфогліцеринового альдегіду (НАДФ- H_2 – НАДФ). У C_3 -рослин процес фотосинтезу пов'язаний із тріозами, а в C_4 -рослин початковими продуктами фотосинтезу виявились малат і аспартат. Згідно з дослідженнями Хетча і Слека, у C_4 -рослин вуглець C_4 -кислот швидко переходить в інші сполуки і C_4 -кислоти не є кінцевими продуктами. C_4 -цикл поділяють на дві стадії: **карбоксилювання**, яка проходить у клітинах мезофілу, і **декарбоксилювання**, яка відбувається в клітинах обгортки провідних пучків. Спільним для всіх C_4 -рослин є те, що CO_2 на стадії карбоксилювання фіксується за допомогою ФЕП-карбоксилази. C_4 -шлях є шляхом перетворення C_4 -дикарбонових кислот. C_4 -рослини виявлені серед представників 16 родин, для них характерний C_4 -шлях перетворення дикарбонових кислот.

C_3 -рослини поширені на територіях помірного клімату, оптимальна денна температура для фіксування ними вуглекислого газу – від 15 до 25 °C. До **C_3 -рослин належать**: пшениця, жито, овес, ячмінь, рис, цукрові буряки, тютюн, картопля, боби. Інші варіанти цього процесу – C_4 -шлях, який називають метаболізмом органічних кислот за типом товстянкових. Рослини, які здійснюють **C_4 -фотосинтез** (цикл Хетча – Слека), поширені в тропічному поясі і часто трапляються в посушливих місцевостях (цукрова тростина, кукурудза, різні види проса, сукуленти). Багато злісних бур'янів є C_4 -рослинами – щирія звичайна, куряче просо, свинорий тощо.

У C_4 -рослин навколо судинних пучків розміщений шар великих клітин обкладки, а навколо них – менш щільно невеликі клітини мезофілу. На противагу циклу Кальвіна у клітинах мезофілу C_4 -рослин акцептором CO_2 є тривуглецева сполука – фосфоенолпіровиноградна кислота (фосфоенолпіруват – ФЕП). Першим продуктом асиміляції у них є щавлевооцтова кислота (оксалоацетат – ЩОК), яка містить

чотири вуглецеві атоми. Звідси й назва циклу – C_4 .

ФЕП-карбоксилаза має високу спорідненість до CO_2 , тому фотосинтез може відбуватися при майже закритих продихах, що характерно для рослин жаркого посушливого клімату. Щавлевооцтова кислота проникає у хлоропласти клітин мезофілу, де відновлюється до яблучної кислоти за рахунок НАДФ - H_2 , що утворився у світлову фазу фотосинтезу. За наявності NH_4 щавлевооцтова кислота може перетворюватися на аспарагінову ($COONH_2CH_2CH_2COOH$).

Якщо в таких рослинах, як кукурудза, цукрова тростина, сорго в основному синтезується яблучна кислота, то у щиріці, курячому просі та ін. – аспарагінова. Утворенням яблучної чи аспарагінової кислоти закінчується стадія першого карбоксилювання у клітинах мезофілу.

В наступній стадії декарбоксилювання яблучна кислота розкладається на піровиноградну і CO_2 , утворений CO_2 знову вступає в реакцію карбоксилювання, але вже в циклі Кальвіна. Аспарагінова кислота у хлоропластах клітин обкладки спочатку дезамінується до щавлевої кислоти, яка далі також декарбоксилюється з утворенням піровиноградної кислоти і CO_2 .

Клітини обкладки судинних пучків містять ферменти циклу Кальвіна, тому з CO_2 та рибулзодифосфату за їх участю утворюється 3-фосфогліцерінова кислота, яка в реакціях циклу Кальвіна перетворюється на фруктозо-6-фосфат.

Піровиноградна кислота з клітин обкладки по плазмодесмах проникає в хлоропласти клітин мезофілу, де взаємодіє з АТФ з утворенням ФЕП. У свою чергу, ФЕП карбоксилюється з утворенням ЩОК і цикл замикається.

Отже, просторовий розподіл C_4 -шляху і циклу Кальвіна у листках C_3 -рослин ґрунтується на анатомічній і функціональній відмінності хлоропластів клітин мезофілу і клітин обкладки судинних пучків.

Для C_4 -рослин характерні високі швидкості фотосинтезу (40-80 мг CO_2 фіксує кожен 1 дм² поверхні листка за 1 год.). Ці рослини швидше ростуть, мають малі транспіраційні коефіцієнти (250-350).

C_4 -рослини більш урожайні в посушливих умовах тропічної зони, вони активніше використовують високу інтенсивність освітлення, мають невеликий транспіраційний коефіцієнт, краще переносять посуху. Однак у прохолодних і більш вологих районах помірної зони з ними успішно конкурують C_3 -рослини, бо їм не потрібна додаткова енергія для дворазової фіксації CO_2 . Це дає їм деяку перевагу в умовах меншого освітлення.

Фотосинтез у бактерій дещо відрізняється від фотосинтезу вищих рослин. У бактерій цей процес відбувається в аеробних умовах за типом **фоторедукції**, тобто CO_2 відновлюється з поглинанням променистої енергії, але без виділення кисню. Деякі бактерії як джерело енергії для синтезу використовують екзотермічні процеси окислення певних речовин, наприклад сірководню, водню, аміаку. Синтетичну діяльність таких бактерій, побудовану на перетворенні хімічної енергії, називають **хемосинтезом**. Як і фотосинтез, хемосинтез відбувається в дві стадії. В першу (аналогічно темновій фазі фотосинтезу) із CO_2 утворюються органічні речовини, у другу (аналогічно світловій фазі фотосинтезу) генеруються відновні агенти та енергія для перетворення речовин. Прикладом хемосинтезу є діяльність безбарвних сіркобактерій, в яких CO_2 відновлюється виключно за рахунок енергії окислення.

Друга важлива група хемосинтезуючих організмів представлена нітрифікуючими бактеріями, які живуть у ґрунті і перетворюють аміак на солі азотної кислоти. Нітрифікуючі бактерії мають дуже велике значення у колообігу азотистих речовин у природі. Вся селітра в природних умовах виробляється ними.

Листова поверхня та її роль для фотосинтезу. Фотосинтез відбувається в зелених органах рослин. Основним органом фотосинтезу є листок, але фотосинтез може відбуватися також і в стеблах, пагонах та коренях.

Відомо, що повітряні корені кукурудзи, які знаходяться на поверхні ґрунту, мають зелене забарвлення і також фотосинтезують органічну речовину.

За особливостями будови листки найбільш пристосовані до фотосинтетичної діяльності. Вуглекислий газ, який засвоюється в процесі фотосинтезу, надходить у листки крізь продихи. Листок має дорзівентральну будову, його верхню частину формує стовпчаста паренхіма, а нижню – губчаста. Стовпчаста паренхіма є переважно асиміляційною тканиною. До нижнього епідермісу, де знаходяться продихи, прилягає губчаста паренхіма з пухко розміщеними клітинами з міжклітинниками. Таке пристосування у рослин полегшує надходження CO_2 та виділення O_2 листовою пластиною. Листові пластинки пронизані провідними пучками, які забезпечують надходження води і мінеральних речовин (ксилема) та відплив продуктів асиміляції (флоема). Стовпчасти клітини паренхіми щільно змикаються одна з одною, вони багаті на хлоропласти, в яких трансформується сонячна енергія. У вищих рослин у фотосинтезі беруть участь пігменти **хлорофіл та каротиноїди**, у синьо-зелених і червоних водоростей – **фікобіліни**.

Посів сільськогосподарських культур є складною оптичною системою, яка перерозподіляє потік сонячної енергії. Основним фактором, від якого залежить поглинання і пропускання ФАР, є відношення площі листової поверхні до площі поля. Встановлено, що найбільше поглинання ФАР відбувається тоді, коли площа листової поверхні більша за площу поля в чотири і більше разів, тобто, коли вона складає не менше 40 тис/м² на 1 га. Для кожної культури вона різна. Оптимальна густота стояння для озимої пшениці складає 3,0-3,6 млн. шт. /га, ярих культур – 3,4-4,0, кукурудзи на зерно – 45-55 тис. шт. /га, цукрових буряків – 80-100, картоплі – не менше 50-60 тис. шт/га.

Слід розрізняти листову поверхню як засіб нагромадження пластичних речовин для формування врожаю зерна, коренів, бульб, різних плодів, які є метою посіву, і листову масу культур, які вирощують для одержання кормів (зелених, сіна, сінажу та ін.). У першому випадку надлишкова листова поверхня не сприятиме високій врожайності культури, оскільки частина листків буде затінена верхніми її ярусами. Крім того, ця затінена частина листків не лише не дає продуктивної віддачі, а є по суті зайвою, оскільки для її формування використовується багато поживних речовин.

Для кожного рослинного угруповання характерне своє, власне, універсальне розміщення фотосинтетичної поверхні у просторі і відповідне використання фотосинтетично-активної радіації. Рівень поглинання сонячної радіації залежить не тільки від будови листка, а від його орієнтації відносно сонячного проміння. Тому густота стеблостою сортів з *еректоїдною* будовою листя може бути більшою, порівняно із сортами і гібридами, наприклад, пшениці і кукурудзи, у яких листки мають вигляд параболи.

Еректоїдне розміщення листків дозволяє в рівній ступені використовувати сонячну енергію різними шарами листків (верхнім, середнім, нижнім).

Оптимальна площа листової поверхні (40-60 тис. м²/га) має припадати на період активної вегетації рослин (початок генеративного періоду до утворення плодів, наливу зерна, молочної стиглості, залежно від виду культури). Цей період короткий у багаторічних і однорічних трав, озимих і ярих злакових; триваліший у кукурудзи, гречки, гороху, сої; досить тривалий у коренеплодів і особливо у баштанних, у яких паралельно відбуваються цвітіння і утворення плодів. Це характерно також для гречки, буркуну та інших культур. Так, рядом авторів (Приходько В.А., 1981; Петриненко В.Ф., Антипін Р.А., 2003) встановлено, що максимальна продуктивність фотосинтезу гороху спостерігається при площі листків 55-60 тис. м²/га.

Продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал.

Продуктивність фотосинтезу залежить від чинників навколишнього середовища: інтенсивності та якісного складу світла, концентрації CO_2 й кисню, температури, водного режиму, тканин листків і мінерального живлення рослин. Світло і концентрація CO_2 можуть обмежувати процес фотосинтезу.

Умови освітлення включають інтенсивність і спектральний склад світла, які залежать від положення сонця над горизонтом, тобто від товщини шару атмосфери, а також від вмісту в ній водяної пари і пилу. З наближенням сонця до горизонту шлях променя крізь атмосферу збільшується (коли сонце знаходиться за $0,5^\circ$ від горизонту, він у 35 разів довший, ніж коли воно у зеніті). Зі зростанням шляху променя різко зменшується (в середньому у 3-4 рази) кількість сонячної радіації, що досягає поверхні землі.

Різний спектральний склад має **пряме і розсіяне** світло. Пряме світло відносно багатше на червоні промені, а в розсіяному переважають фіолетові. Світлолюбні рослини інтенсивно використовують червоні промені, а тіневитривалі – синьо-фіолетові.

Основним субстратом фотосинтезу є вуглекислий газ, оскільки вуглець засвоюється організмами тільки у вигляді CO_2 та його гідрату (H_2CO_3). Вуглекислий газ важчий за повітря, тому найбільша його кількість зосереджується у нижньому шарі атмосфери та в ґрунті. У близьких до ґрунту шарах повітря концентрація CO_2 підвищена за рахунок дихання ґрунтових бактерій. Збільшенню вмісту CO_2 в повітрі сприяють органічні добрива. В результаті збагачення атмосфери CO_2 зростає інтенсивність фотосинтезу і як наслідок – загальна і господарська продуктивність рослин.

Фотосинтез зазвичай відбувається в аеробних умовах за вмісту кисню в повітрі близько 21%. Така концентрація кисню дещо більша за оптимальну. Зниження концентрації кисню на 3% не позначається на інтенсивності фотосинтезу, а в рослин з активним фото-диханням (боби та інші C_3 -рослини) навіть підвищує її. Дуже низький вміст кисню іноді може гальмувати фотосинтез, так само як і висока інтенсивність світла, оскільки порушується відновлення вуглецю.

Процес фотосинтезу тісно пов'язаний з кореневим живленням рослин. Для нормального функціонування фотосинтетичного апарату рослини мають бути забезпечені комплексом макроелементів (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка) і мікроелементів (манган, бор, молібден, цинк, мідь, залізо, кобальт, йод та ін.). Інтенсивність

фотосинтезу може змінюватись упродовж доби і пори року. Протягом доби змінюються освітленість, температура повітря і листків, відносна вологість повітря, насиченість тканин рослин водою, а разом з ними – інтенсивність фотосинтезу. Зі сходом сонця вона зростає і стає максимальною о 9-12-й год. Сезонні зміни інтенсивності фотосинтезу залежать від тривалості вегетаційного періоду, адаптивних властивостей рослин та характеру метеорологічних умов. Інтенсивніше фотосинтез відбувається на ранніх етапах вегетації.

Інтенсивність фотосинтезу відповідає кількості вуглекислого газу, що засвоюється одиницею листової поверхні за одиницю часу. Вона коливається від 5 до 25 мг $\text{CO}_2/(\text{м}^2/\text{год})$. Добову продуктивність фотосинтезу визначають за співвідношенням добового приросту маси рослини до площі її листків. Здебільшого вона становить 5-12 г сухої речовини на 1 м^2 за добу.

Формування господарського врожаю, наприклад зерна злаків, особливо ячменю, зумовлюється не тільки фотосинтезом листків, а й утворенням продуктів асиміляції в стеблах з піхвами листка і колосі. Продуктивність агрофітоценозів великою мірою залежить від архітекτονіки рослин (високо- чи низькорослість, розміщення листків по висоті, їх форма, кут нахилу). Для загальної продуктивності рослин велике значення має співвідношення між їхніми продукуючими і споживаючими частинами. Чим більші відносні розміри листової поверхні і менше стебел та коренів, а також квіток і плодів, тим більше загальне накопичення органічної речовини. Весь комплекс агротехніки сільськогосподарських культур має забезпечувати швидке наростання площі листків, але так, щоб вони не спричиняли самозатінення рослин, яке призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу.

Для якомога ефективнішого використання променистої енергії рядки посівів рослин слід розміщувати зі сходу на захід або з північного сходу на північний захід, створювати оптимальну структуру посіву. Важливу роль у підвищенні ефективності фотосинтезу рослин відіграє селекція.

Продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні, яка може регулюватись шляхом створення оптимальної оптико-біологічної структури посіву польових культур. Це, в свою чергу, обумовлює основну вимогу до величини асиміляційної поверхні – вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту протягом вегетаційного періоду рослин. Однак більшість культур на початку вегетації та в її другій половині такого покриття не створюють. Тому одна із

ефективних можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації полягає в забезпеченні прискореного розвитку асимілюючої поверхні на початку вегетаційного періоду за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив та стимуляторів росту.

Характеристикою продуктивності фотосинтезу є кількість органічної речовини, що формується 1 м^2 за добу – **чиста продуктивність фотосинтезу** (ЧПФ). Вважається оптимальним, коли на 1 м^2 площі листків у зернових, коренеплодів, картоплі та інших культур асимілюється 4-6 г органічної речовини за добу. В загущених посівах цих та інших культур **чиста продуктивність фотосинтезу** (ЧПФ) буде нижчою (3-4 г), але завдяки збільшенню густоти стояння рослин на одиницю площі посіву буде асимільовано більше органічних речовин. Так, при загущенні посіву середньоранніх гібридів кукурудзи на силос з 60 до 100 - 120 тис. рослин на гектар ЧПФ у фазі 12 листків знижується на 1,5-2 г, або на 30-40%, але це компенсується збільшенням густоти стеблостою (Зінченко О.І., 1996).

Фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП) – сумарна листкова поверхня, яка брала участь у фотосинтезі від початку вегетації до закінчення фотосинтезу. Для визначення ФПП обчислюють спершу середню площу листової поверхні міжфазних періодів вегетації. Наприклад, у кукурудзи від фази 5 листків до фази 12 листків площа листової поверхні зросла з 4 до 36 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Середній показник становитиме $(4 + 36) : 2 = 20$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Міжфазний період вегетації тривав 40 днів. Добуток становить 800 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Так само підраховують сумарну площу листків наступних міжфазних періодів: 12 листків – викидання суцвіть; викидання суцвіть – молочна стиглість; молочна стиглість – молочно-воскова (або воскова) стиглість. Сума цих показників робочої поверхні листків по міжфазних періодах становить загальну площу листової поверхні, яка брала участь у фотосинтезі за весь період вегетації культури – **сумарний фотосинтетичний потенціал посіву** (СФПП).

У різних культур СФПП може змінюватись від 1,5-2,5-3 до 4 на гектар. Він залежить від різних факторів – виду, сорту культур, густоти посіву, умов живлення, зволоження, освітлення, температури повітря, ґрунту та ін. Рослини більш пізніх сортів і гібридів польових культур розвивають відповідно більшу поверхню листя і довше вегетують. В результаті одержують високі врожаї зерна, коренів та іншої продукції.

Фотосинтетична діяльність посівів є домінуючою в перший період формування врожаю. З переходом рослин до періоду активного росту репродуктивних органів, роль фотосинтезу постійно зменшується і домінуючими стають процеси, пов'язані з формуванням репродуктивних органів і перерозподілом пластичних речовин між окремими органами рослин

Виділення кисню посівами в процесі фотосинтезу. Одночасно із утворенням органічної речовини в процесі фотосинтезу виділяється і кисень. Так, наприклад, 1 га посівів цукрового буряка за рахунок фотосинтетичної діяльності щоденно виділяє біля 150 000 л кисню, споживає 150-500 кг вуглекислого газу та утворює 70-150 кг органічної речовини. Один гектар буряків за вегетаційний період виробляє 13 200 000 л кисню, що задовольняє річну потребу 63 чоловік. Що ж стосується лісу, то він виробляє лише $\frac{1}{4}$ об'єму кисню, виділеного посівами цукрового буряку. Тобто посіви польових культур це дійсно могутнє джерело надходження кисню в атмосферу.

Високопродуктивні фотосинтезуючі системи, які забезпечують високі врожаї, економічно вигідні: чим більший урожай біомаси, тим більше використано вуглекислоти (CO_2), якої в повітрі надлишок. За показниками виділення кисню польові фотосинтезуючі системи, зокрема, цукрових буряків, кукурудзи, пшениці набагато перевищують природні, в тому числі й ліси, оскільки на 1 га посіву формується за вегетаційний період у 2-3 рази більша біомаса порівняно з біомасою лісу. За даними німецьких учених, найбільше кисню виділяє поле цукрових буряків. Однак при висіванні пізньостиглих сортів або гібридів кукурудзи і врожаю силосної маси 600 ц/га (150 -160 ц/га сухої речовини) кількість кисню, виділеного цим посівом у процесі фотосинтезу, буде не меншою, ніж на плантації цукрових буряків. Більше того, за умов достатнього зволоження і загущеності посіву кукурудзи до 400-450 тис. рослин на 1 га за 60 днів вегетації можна отримати 1000 ц/га зеленої маси, або 170-180 ц/га сухої речовини і, крім того, мати ще додатковий врожай біомаси за рахунок післяукісного посіву на цій площі. Виділення кисню на такому полі переважатиме показники по зазначених вище культурах. Ці питання мають велике екологічне значення, як і питання підвищення продуктивності агрофітоценозів.

Вплив густоти стояння на продуктивність фотосинтезу. Щільність посіву – це найбільш легко регулюючий у польових умовах фактор, що дозволяє створити оптимальну густоту посівів, формуючи найбільш високий урожай.

Багато дослідників відзначають, що при збільшенні густоти стояння рослин підвищується урожай як зеленої маси, так і зерна кукурудзи. На нашу думку, при цьому зростання урожайності із збільшенням числа рослин на одиниці площі відбувається тільки до певної величини, а потім рівень його знижується, як і зменшується продуктивність окремих рослин. Листкова поверхня виконує основну функцію накопичення органічної маси як фотосинтезуючий апарат. Максимальна облистяність рослин гібридів приходить на фазу викидання волоті.

Загущення кукурудзи з 60 до 250–300 тис./га (О.І. Зінченка, 1996) і навіть більше при достатньому фонові мінерального (передусім азотного) живлення сприяє збільшенню площі листків до 80–120 тис/м², а вміст їх в урожаї листостеблової маси підвищується з 38–40 до 48–54%. Звичайно, в такому посіві значна частина нижніх листків буде частково затінена верхніми ярусами, проте, як показують спостереження, навіть за цієї умови велике загущення рослин сприяє інтенсивному нагромадженню вегетативної маси і сухих речовин на одиницю площі посіву: за 55–60 днів одержують такий самий урожай, як і за 90–100 днів при вирощуванні кукурудзи на силос з густотою 60–70 тис. рослин на гектар.

При збільшенні густоти стояння кукурудзи з 40 до 100 тис. рослин на 1 га значно підвищується (на 26–31%) фотосинтетичний потенціал посівів, проте чиста продуктивність фотосинтезу знижується з 5,69 до 3,74 г/м² за добу (В.І. Дудченко та ін., 2006).

Причиною цьому є те, що з ростом рослин кукурудзи більш затіняли одна одну. В загущених посівах також гірше розвивається коренева система та зменшується кількість і маса початків, морфологічні ознаки зернівок та затримується розвиток кукурудзи.

Регулювання фотосинтетичної діяльності рослин. Підвищення урожайності сільськогосподарських культур можливе лише при збільшенні нагромадження органічної речовини, що утворюється в процесі фотосинтезу. Тому створення ідеальних, або хоча б оптимальних умов фотосинтезу, тобто ефективного функціонування листової асиміляційної поверхні, дозволить нам досягти цієї мети. На формування фотосинтетичної поверхні посіву впливають як біотичні, так і абіотичні фактори. З біотичних факторів це строк сівби, норма і глибина висіву, ґрунт тощо. Вони сприяють використанню абіотичних факторів: сонячного світла, опадів, а також зменшенню негативного впливу екстремальних показників вологості повітря і ґрунту.

Регулювання фотосинтетичної діяльності необхідно розпочинати із оптимального розміщення культур, врахування *площі живлення* та забезпечення їх макро- і мікроелементами. Так, зокрема для кукурудзи внесення азотних добрив, у підживлення невеликими дозами покращує лінійний ріст та формування фізіологічно активної поверхні листків. Значне збільшення площі листової поверхні та подовженість життєвого циклу при достатньому рівні мінерального живлення та рівномірному розміщенні рослин на площі забезпечує фотосинтетичну потужність рослин в створених умовах.

Велике значення для фотосинтетичної діяльності має і густота стояння рослин, яка забезпечується способом сівби та нормою висіву насіння. Кращі умови для фотосинтезу створюються при наближенні площі живлення рослин до квадратної. Для цього слід якомога більше розосередити рослини на площі. В широкорядних посівах цього досягають, висіваючи рослини в рядку через відповідний інтервал, застосовуючи пунктирну сівбу сівалками точного висіву, а також, по можливості, звужуючи міжряддя. Так, кукурудзу на силос і навіть на зерно при задовільному зволоженні можна сіяти з шириною міжрядь 45 см замість загальноприйнятої 70 см. Зернові та ярі хліба, гречку, просо сіють при звужених міжряддях – 7,5 см, замість 15 см. Останнім часом застосовують так звані розосереджені – безрядні, або надвузькорядні, способи сівби, розміщуючи насіння по борозенках з відстанню між ними 4,0-4,5 см. Однак розосереджений спосіб сівби не завжди можливий, особливо на суглинкових ґрунтах при ранньовесняних строках сівби, оскільки забивається сошник. Розосередженим способом сівби можна висівати навіть цукрові буряки, кукурудзу на зерно і силос, але для цього слід розробити відповідну технологічну систему збирання врожаю, придбати необхідні збиральні машини, відповідної конструкції.

Доцільна архітектоніка посівів, що надає рослинам оптимальну площу ґрунтового і повітряно-світлового живлення, забезпечує швидке нарощування і подовжене функціонування асимілюючої поверхні листків. Такі ценози, як правило, мають оптимальний фотосинтетичний потенціал, високі показники продуктивності фотосинтезу, забезпечуючи максимально можливий урожай.

Інтенсивність фотосинтезу залежить від наявності тепла, вологи, поживних речовин та світла. Тобто, від тих факторів, за які конкурують бур'яни з культурними рослинами і від наявності яких залежить їх продуктивність. Так, наприклад, при застосуванні гербіцидів абсолютно

суха маса рослин кукурудзи у фазі виходу в трубку була на 39-52% вищою, ніж у контрольному варіанті без гербіцидів, а чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) зросла на 12-28%. За період від цвітіння до молочної стиглості у варіанті з бур'янами (контроль) вона становила 3,8 г/м² листової поверхні за добу, а при використанні гербіцидів досягла 5,07-5,45 г/м² за добу або на 33-43% більше, що засвідчує інтенсивніше проходження фотосинтетичного процесу в посіві вільному від конкуренції з бур'янами.

Для підвищення рівня фотосинтетичної діяльності необхідно враховувати і **напрямок сівби**, кращі результати при отриманні органічної речовини спостерігаються під час сівби із напрямками рядків – із заходу на схід. Оптимальне положення листових пластинок відносно сонячного проміння за однакових умов освітлення, зволоження і поживного режиму може забезпечити різке збільшення продуктивності посіву, тобто виходу сухої речовини.

Для фотосинтезу велике значення має характеристика адаптивних властивостей сортів та гібридів. Наприклад, для функціонування листової поверхні має підбір таких сортів, які мало ушкоджуються шкідниками і хворобами, застосування як біологічних, так і хімічних препаратів, які б не ушкоджували листя. Так, останній (**прапорцевий**) листок озимої пшениці, не ушкоджений іржею чи іншими подібними збудниками хвороби, забезпечує додатково близько 20-25% приросту врожайності, оскільки врожайність зерна великою мірою залежить від вмісту пластичних речовин при його дозріванні.

Отже, підвищення врожайності сільськогосподарських культур можливе за рахунок покращення фотосинтетичної діяльності, тобто використання адаптованих сортів та гібридів, які мають підвищену комплексну стійкість до шкідників, хвороб та стресових факторів, створення оптимальних умов фотосинтетичної діяльності (елементи живлення, водні повітряні властивості ґрунтів та ін.), регулювання густоти стояння рослин, норм та строків висіву, використання форм із еректоїдним розміщенням листків.

3.2. Елементи продуктивності рослин на різних етапах органогенезу

Одним із основних показників у рослинництві є продуктивність, або середня врожайність однієї рослини та культури в цілому. На основі даних продуктивності однієї рослини не важко вирахувати врожайність з гектара, знаючи густоту посіву. В кожній культурі продуктивність має свої складові, так у пшениці вона складається

із кількості продуктивних стебел, середньої кількості зерен з одного колоса і маси 1000 зерен, а в картоплі – із кількості бульб у гнізді та їх середньої маси.

Між компонентами врожаю існують генетичні кореляції, і добір по компонентах є добром на саму врожайність (рис. 1). Так, урожайність зернових колосових культур складається із компонентів, які математично виражаються таким чином: $Y = A \times B$, при цьому $B = V \times \Gamma$, де Y – маса зерна з одиниці площі (з 1 м²), A – кількість колосків з одиниці площі; B – маса зерна з одного колоса; V – середня маса одного зерна, мг; Γ – кількість зерен у колосі. Із чотирьох компонентів урожайності A , V і Γ первинні, в той час як B похідне із V і Γ .

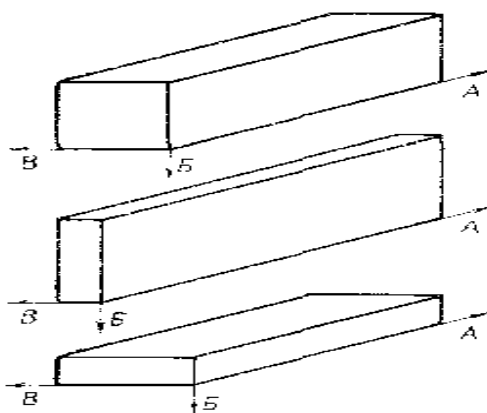


Рис. 1. Залежність урожайності від окремих її елементів (О.Л. Зозуля, В.С. Мамалига, 1993).

Первинні компоненти врожайності мають три виміри (довжину, ширину, висоту) прямокутного паралелепіпеда, об'єм якого відповідає врожаю зерна. При цьому рівні об'єми можна одержати як похідну трьох вимірів зовсім різних розмірів. Якщо один із компонентів або всі будуть збільшені, то врожайність зросте, а при збільшенні та зменшенні окремих із них – може залишитися без змін. Тому селекціонер прагне до гармонійного поєднання в майбутньому сорті всіх компонентів врожаю. Для більш надійного добору на врожайність необхідні такі критерії добору, які, з одного боку, будуть знижувати суб'єктивну оцінку величини ознаки, а з другого – враховувати вплив решти ознак на основну ознаку, тобто врожайність. Таким критерієм є **індекс добору**. Щоб одержати індекс даної ознаки з метою проведення добору, необхідно мати таку інформацію: відносну економічність; цінність ознаки – генотипічну і фенотипічну варіансу ознаки та фенотипічну і генотипічну коваріансу між ознаками.

Враховуючи труднощі, які виникають при проведенні добору на врожайність, селекціонери шукають інші критерії, на основі яких можна було б вести добір кращих за продуктивністю генотипів у ранніх поколіннях. Оскільки більша частина органічної речовини створюється в процесі фотосинтезу, дослідники прийшли до висновку, що листкова поверхня за своїми розмірами, формою листків, тривалістю періоду їх фотосинтетичної активності може бути індикатором для добору продуктивних генотипів. З усіх параметрів фотосинтетичного апарату найбільшу позитивну кореляцію з урожайністю зерна має тривалість функціонування листкової поверхні рослин. Оцінку за цією ознакою можна вести окомірно.

З підвищеною фотосинтетичною активністю вважаються також форми злаків, які мають остюки. За даними багатьох авторів, при сприятливій сонячній радіації, концентрації CO₂ і температурі чиста продуктивність сухої речовини в посіві зернових за 100 днів вегетації може становити 67 т/га, а врожайність зерна при співвідношенні зерно : солома : коренева система 5:3:2 буде дорівнювати 37,5 т/га.

На практиці в останні роки в світі зареєстровані такі рівні максимальних урожаїв різних польових культур: кукурудзи – 23,9 т/га, сорго – 21,5, рису – 14,4, пшениці – 14,1 і більше, сої – 7,4, картоплі – 94,1 т/га. Це, звичайно, дуже високі врожаї, які в 2-7 разів перевищують середні показники, однак вони становлять тільки половину або навіть менше теоретично можливих урожаїв сухої речовини.

У більшості видів рослин, в яких зерно або плоди людина використовує із природних асоціацій, конкуренція за світло і живлення підсилює здатність до вегетативного росту. Завдяки цьому відношення всієї біомаси до врожаю зерна стало в 2-3 рази вищим. Якщо вегетативні частини (стебла, солома) не є основною продукцією, то це значить, що на них витрати врожаю більші, ніж на основний продукт – зерно. Це одне із головних положень, згідно з яким за допомогою селекції вегетативні частини рослин можна довести до оптимальних розмірів і таким чином змінити індекс урожайності так, щоб 50% і більше від усієї біомаси припадало на зерно.

В цьому напрямку вже досягнуто значних успіхів. Так, гібриди кукурудзи мають індекс урожайності зерна понад 40% при тому, що у сортів цієї культури він становить близько 25%.

Зміни *індексу врожайності* – це наслідок скорочення висоти стебла. При цьому зростає і стійкість рослин проти вилягання, що дає змогу вирощувати культури у більш щільних посівах, застосовуючи високі норми добрив, та можливість одержувати високі врожаї з одиниці площі.

Для підвищення потенціалу продуктивності недостатньо збільшувати тільки індекс урожайності, необхідно підвищувати і сумарний рівень біомаси. Зменшення висоти стебла у злакових культур досягають за рахунок скорочення довжини міжвузлів, а кількість вузлів при цьому залишається незмінною. Це зручно тим, що кількість листків в основному є такою самою, як у рослини з високим стеблом. Отже, за площею фотосинтетичної поверхні рослин або активності фотосинтезу між старими високорослими і новими низькорослими сортами великої різниці не існує. Виявлено, що із зменшенням висоти стебла і фотосинтезуючої поверхні листків посилюється переміщення продуктів фотосинтезу в генеративні органи. Це сприяє кращому живленню квіток, збільшенню відсотка запліднення та зав'язування зерна і росту продуктивності колоса або качана. У багатьох видів рослин розвивається значно більше квіток, ніж зерен. У зв'язку з цим існують великі можливості для збільшення кількості і маси зерен у колосі, суцвітті, качані, бобі за допомогою селекції.

Враховуючи те, що при сучасній інтенсивності фотосинтезу рослинами використовується близько 1% сонячної радіації, наукові дослідження спрямовуються на підвищення ефективності фотосинтезу і одночасно посилення генетичного потенціалу продуктивності. Подовження вегетаційного періоду може сприяти продуктивності сумарної біомаси, а подовження періоду наливання зерна або розвитку плодів – до підвищення продуктивності.

Одну із можливостей збільшення продуктивності фотосинтезу відкриває зміна структури листків і стебел. У культур, які вирощують у щільних посівах за густотою насаджень, **вертикальне або еректоїдне** розміщення листків дає перевагу порівняно з горизонтальним розміщенням, бо це сприяє більш глибокому проникненню світла в посів і збільшує строки функціонування листової поверхні в стані фотосинтетичної активності.

В кукурудзи створені самозапилені лінії, листові пластинки яких орієнтують своє розміщення на відкритий для світла простір, затіняючи таким чином поверхню ґрунту, що сприяє пригніченню росту і розвитку бур'янів.

Відомо, що за рахунок елементів живлення рослини створюють близько 8% сухої речовини, а завдяки фотосинтезу – 90%. Незважаючи на такі контрасти, фотосинтез без елементів живлення і води не може нормально відбуватися.

Не дивлячись на те, що селекція досягла вагомих успіхів у зміні наземних частин і органів, у поліпшенні структури кореневої системи, ця робота тільки розпочалася. Розвиток кореневої системи значною мірою залежить від структури ґрунту, його вологості, вмісту елементів живлення, проте різниця між окремими сортами спостерігається досить істотна. Вважається, що сорти та гібриди з потужною наземною частиною мають і більш розвинуту кореневу систему порівняно з короткорослими або карликовими формами. Зустрічаються і винятки із цього правила, коли низькорослі форми утворюють сильно розгалужену кореневу систему. Це свідчить, що при скороченні довжини стебла з метою поліпшення індексу врожайності необхідно обов'язково приймати до уваги кореневу систему, інтенсивний розвиток якої буде сприяти підвищенню генетичного потенціалу продуктивності.

3.3. Ріст і розвиток рослин

Урожайність сільськогосподарських культур визначається генетичним потенціалом сортів (гібридів) та рівнем технології їх вирощування на фоні високої загальної культури землеробства. Щоб повніше реалізувати їх потенціальну продуктивність, технології вирощування повинні максимально задовольняти вимоги рослин до ґрунтового і повітряного живлення, вологозабезпечення, температури протягом вегетації. Для розробки оптимальної технології, потрібно знати і враховувати закономірності зміни факторів зовнішнього середовища під впливом технологічних прийомів, росту та розвитку рослин, а також вимоги їх на кожному періоді життя до певних факторів. Найбільшого значення набуло вивчення потреб польових культур за фенологічними фазами та етапами органогенезу.

Ріст та розвиток це складові частини існування рослин. Якісні зміни, які відбуваються у рослинах (утворення органів, цвітіння, плодоношення та ін.), називають **розвитком**.

Ріст рослин – це переважно кількісні зміни в рослині, спрямовані на збільшення її маси, на відміну від розвитку, пов'язаного з якісними змінами в рослині, в процесі її онтогенезу (повного циклу розвитку, починаючи із запліднення – зиготи). Є різні тлумачення поняття **росту**. Наприклад, **ріст** – це процес новоутворення елементів структури організму (органів, клітин, їх частин і навіть субмікроскопічних компонентів протоплазматичних структур до макромолекул включно). Це визначення не завжди відповідає поняттю росту в практиці

агрономії та науковій роботі. Дедалі поняття трактується ширше за уявлення про нього не лише як про збільшення маси та об'єму рослин і їх органів з урахуванням елементів росту, але й коли не спостерігається збільшення маси рослин, а відбувається утворення (диференціювання і нагромадження) її органів ("**прихований ріст**"). Може спостерігатись навіть зменшення маси рослин (рослина "**худне**"). Це зумовлюється несприятливим періодом вегетації, створенням генеративних органів та ін. Так, у кукурудзи в період викидання волотей маса рослин не збільшується, а навіть зменшується. Такі зміни динаміки нагромадження маси свідчать не про відсутність росту, а лише про його характер.

Умовно ріст та розвиток можна поділити на **два періоди**: ріст вегетативних органів та ріст генеративних органів.

Відростання (кущення) злакових і бобових багаторічних трав також є різновидом **вегетативного розмноження**. У високоотавних однорічних трав із сплячих бруньок на кореневій шийці, вузлі кущення, у пазухах листків нижніх частин стебел з'являються пагони – "сисунці". Залежно від умов вегетації (переважно умов світлового режиму) вони можуть бути генеративними (плодоносними) або вегетативними.

Отже, **вегетативне розмноження** в рослинництві та його поєднання з **генеративним розмноженням** можна застосовувати для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Однак основним у розмноженні абсолютної більшості польових культур є генеративний спосіб.

Насіннєва продуктивність різних польових культур неоднакова. Тобто культури мають різні коефіцієнти розмноження. Високі вони у пшениці, кукурудзи, сорго, соняшнику, ріпаку, суданської трави, могару, гарбузів, кавунів, коренеплодів. Водночас зернобобові (горох, боби, соя, люпин білий і жовтий) і багаторічні трави (люцерна, конюшина, еспарцет) мають незначні коефіцієнти розмноження (10-15). Невисокий коефіцієнт вегетативного розмноження і в картоплі (8-12).

Для початку вегетації або її відновлення зерно, бульби, вузли кущення, кореневі шийки, нижні частини стебел, підземні стебла повинні мати певний запас поживних речовин. Щоб ці речовини раціонально використовувалися в період проростання насіння, треба забезпечити необхідні умови: оптимальні строки сівби культури, відповідні глибину загортання насіння, вологість і температуру ґрунту та ін. При знижених температурах або недостатній вологості ґрунту розтягуються строки появи сходів, відростання бруньок запасу, витрачається надмірна кількість поживних речовин і, як результат, зріджуються сходи або травостій, погіршується ріст рослин.

Особливості росту польових рослин. Розрізняють генетичну, гормональну й екологічну зумовленість росту, його інтенсивність, масштабність, просторову локалізацію. Всі ці характеристики залежать від внутрішніх факторів розвитку та умов вегетації рослин.

В процесі росту рослини пристосовуються до зміни умов вегетації (адаптуються). Цьому сприяють спадкові біофізичні та біохімічні особливості клітин, які забезпечують життєдіяльність організму, в тому числі ріст у широких для кожного виду рослин межах температурних, світлових та інших умов.

Певна локалізація і послідовність ростових процесів у часі й просторі визначається так званим **каскадним характером генної регуляції** і спостерігається в рослинах, рослинних угрупованнях – **ценозах** усіх кліматичних зон. Вони зумовлені спадковою програмою організму, поєднанням зовнішніх і внутрішніх факторів вегетації рослин, кліматичними особливостями зон та географічних поясів.

У процесі росту рослин відбувається його **саморегуляція**. Екзогенні коливання росту регулюються зовнішніми факторами середовища, ендогенні – **”біологічним годинником”**, інтенсивністю нуклеїнового і білкового синтезу, темпами утворення, нагромадження і активності ферментних та ізоферментних систем, фітогормонами й іншими продуктами метаболізму рослин.

Регуляторна функція росту в онто- й морфогенезі рослин виявляється у його впливі на швидкість і напрям метаболічних процесів синтезу, розпаду, руху і нагромадження органічних сполук та інших речовин, у їх розподілі та реутилізації під впливом атрагуючої дії ростучих органів рослин – могутніх центрів поглинання речовин.

У процесі індивідуального розвитку рослин (**онтогенезу**) розрізняють фенологічні фази. Крім того, в житті рослин виділяють періоди та етапи органогенезу, які припадають на певні фази утворення і розвитку органів рослин. У злакових, бобових і хрестоцвітих та інших культур розрізняють такі фази вегетації: проростання, кущення у злакових; пагоноутворення у бобових, хрестоцвітих та інших стрижнекоренових; вихід у трубку у злакових; гілкування у бобових та ін.; колосіння (або викидання волоті) у злакових; бутонізація, цвітіння, плодоношення в інших культур.

Протікання стадії яровизації, світлової та деяких інших фаз є якісним переходом від вегетативного циклу, який супроводжується лише нагромадженням маси рослин, до генеративного. Ознакою того, що в рослини відбулися ці стадії, є перехід її від фази кущення

(пагоноутворення) до фази виходу в трубку у злакових і гілкування – у бобових, хрестоцвітих та інших стрижнекоренових рослин. Це означає, що в рослині (або стеблах куща) сформуються суцвіття і настане генеративний період.

Ремонтантність та її значення. Слід відмітити в ростових процесах також явище *ремонтантності* – безперервний розвиток у деяких культур (кукурудза, гречка, рицина, арахіс та ін.). В агрономічній літературі даний термін досить широко поширений і означає збереження в зеленому стані окремих частин рослин після повного дозрівання зерна, тобто без затухання фізико-хімічних процесів у них.

Ремонтантність обумовлюється генетичними факторами і добре передається із покоління в покоління. Наприклад у кукурудзи це явище проявляється у вигляді того, що в окремих форм або біотипів, при дозріванні зерна листки і стебла не всихають, а певний час залишаються зеленими. Ремонтантність може бути *двох типів*: 1) у ряду зразків прискорене дозрівання зерна супроводжується одночасним пожовтінням і всиханням обгорток качанів при збереженні листків і стебла в зеленому стані; 2) зразки кукурудзи, в яких при настанні повної стиглості зерна вся листостеблова маса, в тому числі і обгортки, залишаються зеленими. При комбайновому збиранні на зерно найбільш пристосованими будуть гібриди із першим типом прояву ремонтантності. Ремонтантні рослини зберігають на високому рівні швидкість перебігу біохімічних процесів у стеблі, мають велику кількість живих клітин паренхіми стебла і характеризуються високою міцністю стебла (стійкістю до вилягання) та підвищеною стійкістю до стеблових гнилей. Рослини кукурудзи, за даними В.Г. Іващенко (1976), що дозрівають при зеленому стеблі, не вилягають завдяки тургорності клітин.

Відростання (отавність) польових рослин. Деякі культури можуть відростати після скошування. Певною мірою цю властивість мають озимі і ярі хліба (коли вони використовуються на корм), кукурудза, сорго зернове. Найбільша отавність у суданської трави, пажитниці багатоквіткової, пайзи, конюшини олександрійської, персидської, підземної, лучної (червоної), рожевої і білої, люцерни посівної і жовтої, еспарцету піщаного і закавказького, лядвенцю рогатого, грястиці збірної; добра – у вівсяниці лучної і очеретяної, тимофіївки лучної, райграсу високого, стоколосу безостого. Задовільна отавність у сорго, ріпаку озимого, еспарцету посівного (великолистого), пирію безкореневищного, буркуну дворічного, серадели; досить низька – у вівса, вики ярої, часто озимої і паннонської, жита кормового, могару, буркуну однорічного.

Злакові культури відростають із сплячих бруньок вузла кущення, бобові, хрестоцвіті та інші стрижнекореневі – з кореневої шийки і пазушних бруньок нижньої частини стебла (на висоті до 8-10 см, іноді вище).

Отавність значною мірою **залежить** від умов зволоження, фази збирання, висоти зрізу при скошуванні. Певне значення може мати і спосіб збирання. Так, застосування роторних косарок при збиранні люцерни, конюшини і еспарцету погіршує їх відростання, оскільки стерня розщеплюється до кореневої шийки рослин, залишки стебел з пазушними бруньками підсихають. Позитивно впливає на відростання внесення азотних і калійних добрив, аерація ґрунту (коли 75-80 % ґрунтових пор займає вода, а решту – повітря), що справляє вирішальний вплив на розподіл, перерозподіл і використання створених у процесі фотосинтезу та метаболізму органічних речовин, а також поглинутих мінеральних солей і води, які йдуть на утворення нових органів і тканин, їх регенерацію та на запасні відкладення.

3.4. Характеристика фенологічних фаз та етапів органогенезу польових культур

В процесі росту і розвитку сільськогосподарські культури проходять певні фенологічні фази та етапи органогенезу, які мають різний вплив на формування їх продуктивності. Початком фази вважається період, коли її досягли на посівній площі 10-15% рослин; повною фазою – коли її досягли 50-75% рослин.

Ріст розпочинається з фази **проростання насіння** – складного фізіологічного процесу, в результаті якого зародок використовує запасні поживні речовини, перетворюється в проросток, що здатний до автотрофного живлення. Існує **три основні фази проростання**: 1 – поглинання води (фізичний бік процесу); 2 – перетворення запасних поживних речовин із нерозчинних у розчинні (біохімічний бік процесу); 3 – власне проростання (фізіологічний бік процесу, морфологія проростання).

Однак ці фази не розкривають повної картини проростання насіння, тому І.Г. Страна цей процес поділив на **п'ять фаз**:

1 – **фаза поглинання води**. Насіння поглинає воду до появи критичної вологості. Втягують воду гідрофільні колоїди насіння, в той же час не відбувається помітної активізації хімічних процесів і не спостерігаються зміни в морфології. У цій фазі насіння поглинає воду із

силою 50–100 атм., збільшення об'єму його особливо помітне через 8–12 год. і закінчується через добу. При доступній волозії насіння бубнявіє при температурі 20 °С.

2 – фаза набування. Швидкість набування насіння залежить від його крупності, вмісту білка в ендоспермі (чим більше його, тим повільніше насіння бубнявіє), а також щільності плодової оболонки зерна. У набувальному насінні під впливом ферментів відбувається перетворення запасних поживних речовин в ендоспермі. Фермент діастаза, який утворюється в зародку, щитку й алеїроновому шарі, сприяє перетворенню крохмалю в розчинні вуглеводи (декстрин, мальтозу). Одночасно з перетворенням крохмалю відбувається часткове розчинення геміцелюлози під впливом особливого ферменту – цитази.

Запасні білкові речовини ендосперму при проростанні насіння також піддаються гідролітичному розпаду з участю ферменту – протеази. В результаті цього утворюються амінокислоти і аміак, які при взаємодії з вуглецевими сполуками перетворюються в аспарагін. Із амінокислот, аспарагіну, безазотистих та інших речовин формуються нові білкові речовини клітин, тканин тощо.

3 – фаза росту первинних корінців починається з ділення клітин первинного коріння, відбувається наклёвування, потім ростуть корінці, вся енергія витрачається на ріст проростка (в корінцях синтезуються вітаміни, регулятори росту).

4 – фаза росту проростка починається із з'явлення проростка, продовжується ріст корінців, у злаків ця фаза закінчується появою колеоптиле.

5 – фаза встановлення проростка – в цій фазі проросток одержує із насінини поживні фізіологічно активні речовини, крім того, він може використовувати вологу й поживні речовини з ґрунту.

Необхідність тепла для проростання насіння характеризується кардинальними температурами: мінімальною (табл. 16) – нижче якої проростання неможливе, оптимальною – при якій проростання відбувається інтенсивно.

На швидкість з'явлення сходів впливає багато факторів: вологість і температура ґрунту, його гранулометричний склад, глибина загортання насіння, біологічні особливості сорту тощо. Наприклад, від початку проростання озимої пшениці до з'явлення сходів сума середньодобових температур повинна становити 60-90°C залежно від глибини загортання насіння (в середньому по 10°C на кожен сантиметр).

16. Мінімальна температура для проростання з'явлення сходів у різних сільськогосподарських культур, °С (О.Ф. Смаглій та ін., 2006)

Група	Культура	Мінімальна температура	
		проростання насіння	з'явлення сходів
1	Коноплі, гірчиця	0-1	2-3
2	Жито, пшениця, ячмінь, овес, вика, чина, сочевиця, горох	1-2	4-5
3	Льон, люпин, кормові боби, нут, буряки	3-4	5-6
4	Соняшник, перила, картопля	5-6	7-8
5	Кукурудза, просо, соя, могар, суданська трава	9-10	10-11
6	Квасоля, рицина, сорго	10-12	12-13
7	Бавовник, рис, арахіс, кунжут	12-14	14-15

Спочатку ростуть зародкові корінці, яких неоднакова кількість у різних хлібних злаків. Пшениця й овес утворюють по три, жито – чотири, ячмінь – п'ять. Просо, кукурудза, сорго, рис проростають одним корінцем.

Зародковий корінець у голозерних злаків пробиває оболонку насіння біля верхнього кінця квіткової луски, а в плівчастих – проходить під квітковими лусками і з'являється назовні у верхньому кінці насіння.

Зародкове стебло вкрите тонким прозорим чохликом, який називають колеоптиле. Він захищає стебло і перший листок від пошкодження при виході його на поверхню ґрунту. Цей період називають з'явленням сходів. Здебільшого сходи зелені, але часто мають фіолетовий, коричнюватий або сизуватий відтінки, внаслідок наявності антоціану або воскового нальоту. В пшениці сходи переважно зелені, рідше з відтінками, у жита – фіолетово-коричневі, в ячменю – сизувато-зелені, у вівса – світло-зелені, у просовидних хлібів – зелені. Сходи хлібних злаків бувають опушені, тобто густо вкриті волосками, або голі.

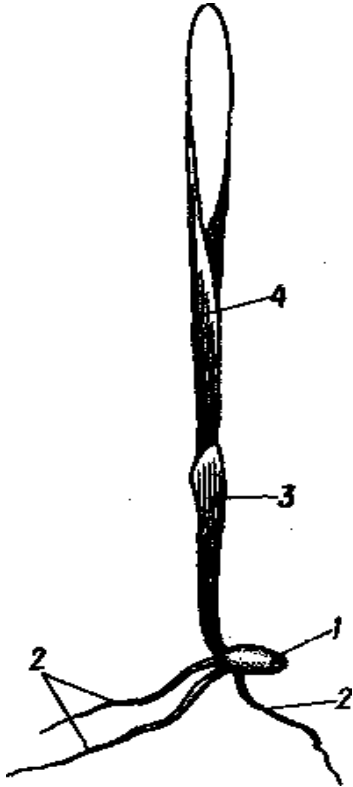
Відмінною ознакою сходів пшениці та ячменю є те, що листки їх повертаються за рухом, а у вівса – проти руху годинникової стрілки.

Коренева система злакових рослин спочатку росте швидше, ніж надземні органи. Зародкові корені забезпечують рослини у ранній період життя вологою і поживними речовинами.

Сходи. При проростанні зернівки першими починають ріст зародкові корінці. Слідом за ними розростається стебельце з листочками, які під прикриттям колеоптиля пробиваються крізь посівний шар ґрунту. В голозерних хлібів стебельце з листочками і колеоптиле

з'являються із зародка безпосередньо над зародковими корінцями; у плівчастих хлібів вони спочатку ростуть під квітковою плівкою і з'являються з протилежного боку від зародка – на верхівці зернівки.

Після появи на поверхні колеоптиль припиняє свій ріст і під тиском листочків, які знаходяться всередині, розривається поздовжньою тріщиною. На поверхні ґрунту з'являється перший зелений листок, що є свідченням переходу рослин у *фазу сходів* (рис. 2).



Найбільше на проростання насіння впливають тепло і волога, а на швидкість набубнявіння, крім того, й властивості самого насіння, насамперед його проникливість, структура, розміри. Дрібне насіння бубнявіє швидше. Загальна кількість води, яку поглинає насіння, залежить, в основному, від його хімічного складу. Виходячи з цього, мінімальна кількість води для проростання насіння у злаків становить 46–76%, у бобових – 106–114, насіння льону поглинає до 160, а буряків – 120–168%.

Рис. 2. **Сходи пшениці:** 1 – зерно; 2 – первинні корені; 3 – колеоптиль; 4 – перший листок.

Обов'язково для проростання насіння необхідний кисень – для дихання й окислення запасних поживних речовин. При нестачі його відбувається анаеробне дихання, при якому в тканинах насінини збільшується вміст недоокислених метаболітів, що негативно впливають на ріст.

Кущіння. Для зернових культур характерним біологічним процесом є утворення бічних пагонів і вторинних коренів на підземному стебловому вузлі, який формується ближче до поверхні ґрунту. Його називають *вузлом кущіння*. Він знаходиться у ґрунті на глибині від 1 до 4–5 см, а найчастіше – 2–3 см. *Глибина залягання вузла кущіння* залежить від температури, фізичних властивостей ґрунту, інтенсивності освітлення посівів, особливостей сорту тощо. Так, при збільшенні глибини загортання насіння, як правило, збільшується глибина залягання вузла кущіння.

Проте у жита такої залежності не спостерігається, що пояснюється його властивістю утворювати другий вузол кущення, який стає головним. Розміщення першого вузла у жита і пшениці безпосередньо залежить від глибини загортання насіння, а також від густоти посівів: у рослин на загущених посівах – він формується ближче до поверхні. Доведено, що при збільшенні глибини залягання вузла кущення холодостійкість озимої пшениці підвищується. При заляганні його близько до поверхні ґрунту в роки з недостатньою кількістю опадів в озимих не утворюються вузлові корені, для росту і розвитку яких потрібна певна вологість ґрунту (для злаків першої групи близько 60% ПВ).

Отже, у злаків відбувається підземне галуження стебла на відміну від багатьох інших рослин, в яких стебло галузиться на певній висоті над поверхнею ґрунту. Проте у деяких злаків часто спостерігається і надземне галуження стебла (просо, кукурудза, сорго).

При надмірній густоті рослин та їх взаємному затіненні, а також при підвищеній температурі ґрунту підземні міжвузля, особливо друге, швидко розростаються і підносять вузол кушіння ближче до поверхні.

Вузол кушіння – надзвичайно важливий і складний орган з великим запасом пластичних речовин. При загибелі листків і стебел вузли кушіння здатні відтворити нові пагони з листками й нову кореневу систему. Бічні пагони і вторинні корені можуть утворюватись з кожного підземного вузла, але найбільше – з вузла кущення.

У більшості хлібів кушіння починається при наявності у рослин трьох листків – через 13-18 днів після сходів у хлібів першої групи, 20-30 днів – у другої. В цей час надземний ріст рослин тимчасово припиняється і пластичний матеріал активніше спрямовується у вузол кушіння на галуження головного стебла з формуванням бічних пагонів. Коли з пазухи першого листка головного пагона з'являється листок першого бічного пагона, **настає фаза кушіння**. За сприятливих умов – при достатній площі живлення кожної рослини, оптимальному забезпеченні її елементами живлення і вологою, помірній температурі у вузлі кушіння, особливо хлібів першої групи – може утворитися 5-10, а на зріджених посівах – до 15-20 бічних пагонів і більше (за особливо сприятливих умов – до 100-200 пагонів). У кукурудзи, наприклад, енергія кущення звичайно не перевищує двох стебел. Одночасно з утворенням у вузлі кушіння бічних пагонів формується вузлова (вторинна) коренева система (спочатку утворюється по два корені на кожному пагоні).

Серед бічних пагонів, які утворилися в рослині під час кущіння, є плононосні й такі, що не утворюють суцвіть або утворюють, але без зерна. У зв'язку з цим розрізняють **продуктивне кущіння**, під яким розуміють кількість пагонів на рослині з плононосними суцвіттями, і **загальне** – кількість усіх пагонів на рослині. **Загальна кущистість** рослин визначається середньою кількістю пагонів, що розвиваються на ній, і залежить від виду, сорту, площі живлення, вмісту поживних речовин у ґрунті, його властивостей та температури. Так, в озимих хлібів вона більша, ніж у ярих, а в жита – більша, ніж у пшениці.

Чим кращі умови для росту рослин, тим більша загальна кущистість. Але занадто велика загальна кущистість при вирощуванні хлібів на зерно не бажана, оскільки частина пагонів росте погано, утворюючи так звані **підгін** і **підсід**, що не дають урожаю. **Підгоном** називають пагони хлібних злаків, які значно відстають у рості від основних і часто не викидають суцвіття (недогін), або утворюють неплоносні суцвіття. **Підсідом** називають рослини, які відстають у рості й часі досягання від основної маси рослин даної культури та не формують суцвіть.

Продуктивна кущистість у нормально загущених посівах більшості хлібів у середньому становить 1,5-3. Вищою вона буває в озимих культур, у яких кущіння відбувається протягом тривалішого часу – восени і навесні.

Фаза кущіння у злакових хлібів-закінчується на III етапі органо-генезу – при переході рослин до світлової стадії розвитку. Загальну і продуктивну кущистість визначають підрахунком кількості рослин, плононосних і неплоносних пагонів на ділянках розміром 1 або 0,5 м² у кількох місцях по діагоналях поля. На основі підрахунків виводять середній коефіцієнт **загального і продуктивного кущіння**.

Цю роботу зручно виконувати перед збиранням, коли відбирають зразки для визначення структури і **біологічного врожаю** зернової культури.

Вихід у трубку (стеблування). Перехід рослин до фази трубкування починається з ростом стебла в довжину. В злакових культур ще у фазі кущіння можна виявити стебельце з дуже короткими міжвузлями, які мають вигляд густо розміщених поперечних кілець (рис. 3).

Ріст міжвузль починається з нижнього, яке безпосередньо розміщене над вузлом кущіння. Після цього розростається друге, потім – третє, за ним – наступні. Кожне міжвузля в основі має свою зону росту, що дало підставу ботанікам-морфологам назвати такий ріст **вставним**, або **інтеркалярним**.



Рис. 3. Утворення стебла та колоса:

1 – вузол кушіння; 2 – вузли стебла; 3 – зачаток колоса

Період кущення у різних хлібів неоднаковий. Озимі хліба, наприклад, кушаться довше, ніж ярі. З ярих довго кушаться тверда пшениця і просовидні хліба, а порівняно швидко – ячмінь.

У рості міжвузля виявлена ще одна закономірність: кожне наступне міжвузля росте інтенсивніше, ніж попереднє, і, як правило, перевищує його за довжиною. Це можна пояснити виходячи із аеродинамічних властивостей стебла, тобто в нижній частині на II-III міжвузлі, як правило, спостерігається стеблове вилягання тому рослина повинна мати вкорочені нижні міжвузля із збільшеним їх діаметром. А в верхній частині рослини не має проблеми в стійкості до вилягання та присутня конкуренція за світло між рослинами, тому верхні міжвузля стебла мають найбільшу довжину та найменший діаметр.

Фаза виходу в трубку в озимих культур починається навесні, після з'явлення двох-трьох нових листочків, а в ярих хлібів першої групи – при утворенні п'ятого-шостого листка. Стеблові вузли в цей період дуже зближені й мають вигляд поперечних рубчиків, розміщених біля основи зачаткового колоса. Не слід сприймати за фазу стеблування просте видовження листкових піхв, що нерідко спостерігається восени в загущених посівах озимих культур в умовах дощової погоди.

В агрономічній практиці часто визначають фазу трубкування появою стеблових вузлів над поверхнею ґрунту на висоті 4-5 см. Міжвузля ростуть поступово, починаючи з нижнього, розміщеного над вузлом кущення. Завдяки цьому верхні вузли з колосом починають підніматися всередині листкової трубки. Спочатку ріст стебла непомітний. У цей час видовжується нижнє міжвузля й утворюється зачаткове суцвіття.

Ця фаза продовжується до VIII етапу органогенезу.

Фаза колосіння або викидання волотей. Колосіння у колосових культур, викидання волотей – у волотевих є результатом швидкого росту останнього міжвузля, яке ніби виштовхує з піхви верхнього листка суцвіття назовні (з'являється половина колоса чи волоті).

Колосіння (викидання волоті) відбувається на VIII етапі органогенезу і триває 5-7 днів, доки не припиниться ріст останнього міжвузля. Період від виходу в трубку до колосіння дуже важливий у розвитку хлібних злаків. У цей час посилено ростуть листки, стебло, формується колос чи волоть, тому рослини потребують більше ґрунтової вологи і поживних речовин.

Фаза цвітіння. Цвітіння є етапом, який поділяє життя рослини на два періоди – *вегетативний і репродуктивний*. У більшості зернових злакових рослин цвітіння настає через 2-5 днів після повного виколошування або викидання волоті, крім жита, в якого воно починається через 8-10 днів після колосіння, а в ячменю ярого квітки можуть починати цвісти ще до виколошування, коли колос знаходиться у піхві верхнього листка.

У перехреснозапильних рослин (жито, кукурудза) цвітіння відбувається у відкритих квітках, пиляки яких з'являються на поверхні, розтріскуються і пилок розноситься вітром, а в самозапильних (пшениця, ячмінь, овес, просо, рис) пиляки досягають і розтріскуються до розкриття квіток і власний пилок потрапляє на приймочку в закритій квітці. Сорго – перехреснозапильна культура, проте майже у половини рослин спостерігається і самозапилення.

Цвітіння квіток у колосі починається з його середини й далі поширюється вниз і вгору колоса; у волотевих рослин першими починають цвісти квітки верхньої частини волоті й периферійні, за ними – середньої та нижньої частини. Зерно, яке у суцвітті утворилося першим, відзначається більшою крупністю, ваговитістю і високими посівними та товарними якостями. *Тривалість цвітіння* у різних хлібів від 4-7 до 20-30 днів. Спека, дощі, сухі вітри негативно впливають на запилення перехреснозапильних культур і спричиняють череззерницю.

Формування та досягання хлібних злаків. Відразу після запліднення яйцеклітини й утворення зиготи у злакових рослин починає формуватися зернівка: утворюється зародок із зародковими корінцями, стебельцем і брунечкою; у клітини ендосперму надходять із стебел і листків розчинні форми органічних речовин. Зернівка росте, збільшується у розмірі, досягає своєї остаточної довжини.

Наприкінці формування ріст зернівки у довжину припиняється. Відбувається її наливання шляхом інтенсивного приросту (наповнення) органічних речовин. Поступово настає їх досягання з перетворенням розчинних речовин (цукрів, амінокислот, жирних кислот) у запасні (крохмаль, білок, жир). Одночасно з досяганням зерна відбуваються

значні зміни у ростових процесах рослини, які призводять до поступового старіння і відмирання вегетативних органів (коренів, стебел, листків).

Період утворення зерна починається після запліднення яйце-клітини і продовжується до того часу, коли насіння, відокремлене від материнської рослини, здатне у сприятливих умовах утворити життєздатний проросток. У різних хлібів тривалість цього періоду становить 7-15 днів.

У **період формування** в зерні в основному закінчується диференціація зародка і зерно досягає максимальної довжини; у клітинах ендосперму з'являються крохмальні зерна, завдяки яким вміст зернівки із водянистого стану переходить у молочний. Вологість зерна становить 65-80%, триває 5-8 днів.

Період наливання починається з відкладання в ендоспермі крохмалю і продовжується до його закінчення. Зернівка максимально збільшується за довжиною і товщиною. У ній повністю закінчується формування ендосперму, а її вміст з молочної консистенції переходить у тістоподібну і в кінці – у воскову. Вологість зерна знижується до 38-20%. У суху і жарку погоду період триває 15-18 днів, у вологу та прохолодну – 20-30 днів.

Період досягання настає з відокремлення зерна від материнської рослини і припинення надходження до нього пластичних речовин, ферментів та води. У зерні відбуваються процеси полімеризації і зменшення вмісту води від 20 до 17%, а в жарку погоду – від 15 до 11%. Зерно таким способом досягає технічної стиглості й придатності до переробки на борошно, крупу та іншу товарну продукцію. Проте цим періодом розвиток його не закінчується. Воно ще не зовсім придатне для використання як насіння, бо відзначається невисокою схожістю. Висока схожість свіжозібраного насіння досягається у період **післязбирального досягання**. У цьому періоді продовжується і закінчується синтез високомолекулярних білкових сполук, перетворення жирних кислот у жири, цукрів – у крохмаль; інгібіторів росту – в сполуки, які не гальмують проростання; підвищується повітро- і водопроникність оболонок тощо. Внаслідок цих та інших клітинних перетворень насіння стає повністю придатним до проростання.

Розрізняють три **фази досягання зерна**: молочну, воскову та повну стиглість. **Молочна стиглість** настає через 10-14 днів після запліднення. На цей час зерно майже повністю виростає у довжину, вміст його являє собою молочнорідкий із суспензованими крохмальними зернами розчин. Води в зерні на початку фази 60, а наприкінці – 40%.

Після висушування об'єм зерна зменшується майже втриє, воно стає дрібним, зморшкуватим, але має досить високу енергію проростання. Це пояснюється тим, що в ньому достатній вміст розчинних поживних речовин. Однак таке зерно швидко втрачає схожість.

Воскова стиглість настає через 10-12 днів після молочної. В багатьох хлібів у фазі воскової стиглості спостерігається майже повне пожовтіння всієї рослини. Зерно набуває нормального кольору і воскової консистенції, легко ріжеться нігтем. Зернівка містить на початку близько 40, а наприкінці – до 20% води. У південних сухих районах нашої країни ця фаза триває до 6-8, а в зволжених – 10-12 днів. Наприкінці фази у більшості рослин надходження поживних речовин припиняється.

Повна стиглість залежно від погодних умов настає через 6-12 днів після воскової. Зерно в цій фазі сухе, містить у південних районах 13-15, а в північних – 17-20% води. Оскільки об'єм його зменшується, можливі втрати врожаю від самоосипання, особливо у нестійких проти обсіпання сортів.

При досягненні рослинами воскової і повної стиглості проводять збирання врожаю. У воскову стиглість застосовують **двофазне** або **роздільне збирання**; у повну – **однофазне** або **пряме комбайнування**. Першим способом збирають, як правило, високорослі, забур'янені, полеглі, схильні до обсіпання посіви; другим – чисті, низькорослі, стійкі проти обсіпання.

Отже, **фенологічні фази** – це такий прояв змін стану рослин в онтогенезі кожного покоління, який можна спостерігати візуально. Вони тісно пов'язані з більш прихованими процесами розвитку рослин, які супроводжуються зародженням і розвитком нових органів. Ці періоди називають етапами органогенезу. Між фенологічними фазами і етапами органогенезу існує тісний зв'язок, який повторюється щоразу в онтогенезі. Тому за станом фенології можна з впевненістю говорити про органотворні (органогенні) процеси, які відбуваються у цей час в рослині. Знати про них важливо, бо саме під час зародження і початкового розвитку рослин можна впливати на швидкість і кількість сформованих органів.

Етапи органогенезу. Розвиток органів пагона й суцвіття – безперервний процес. Зовнішні видимі зміни під час росту й розвитку рослин, які фіксуються у фазах вегетації, супроводжуються відповідними поступовими біохімічними, фізіологічними, гістологічними і на їх основі, морфологічними змінами органів рослини, які формуються з меристеми пагонів. Розрізняють внутрішньо-брунькову (**ембріональну**) і позабрунькову (**постембріональну**), вегетативну й генеративну фази,

а також малий цикл розвитку – від розпакування бруньки до плодоношення.

Виділяють пагони з повним (закінченим) і перерваним (незакінченим) циклами розвитку. Повний цикл розвитку генеративного пагона може бути циклічним, якщо розвиток триває кілька років, **дициклічним**, коли розвиток пагонів завершується протягом двох років, і **моноциклічним**, якщо він відбувається за один вегетаційний період.

В органогенезі кожного пагона або кожної рослини виділяють 12 основних етапів, кожен з них відбувається в тісному поєднанні з ростом рослин, який є зовнішнім проявленням внутрішніх клітинних перетворень (табл. 17).

Дванадцятим етапом завершується повний цикл розвитку рослини, пагона, стебла. В однорічних рослин пагони або бруньки відновлення відмирають разом з рослиною (цим завершується великий цикл розвитку), у багаторічних рослин відмирають лише пагони, які відплодоносили, а зберігаються життєздатними бруньки або пагони відновлення, з яких наступного року розвиваються вегетативні й генеративні пагони.

Етапи органогенезу (розвитку органів) пшениці зображені на рис. 4.

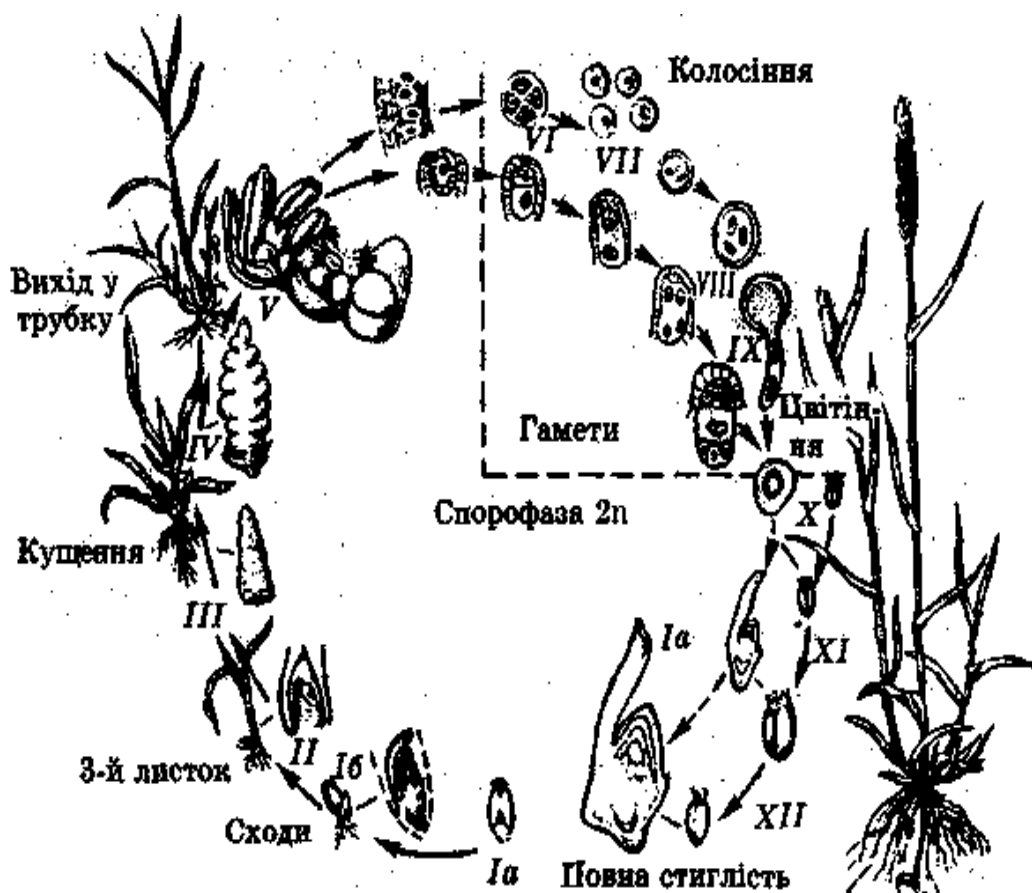


Рис. 4. Етапи органогенезу рослин пшениці (за Ф.М. Куперман)

17. Фенологічні фази, етапи органогенезу та елементи продуктивності рослин (за Ф. М. Куперман)

Етапи органогенезу	Суть процесу	Фенологічна фаза	Елементи продуктивності
I	Конус наростання недиференційований, розміром 0,1-0,3 мм	Проростання насіння, поява шилець, сходів (1-2 листки)	Густота рослин
II	Закладання вузлів і міжвузль стебла у вигляді поперечних рубчиків, диференціація конусів наростання бічних пагонів	Сходи (3 листки), початок і середина куціння	Коефіцієнт загального куціння, зимостійкість озимих
III	Закладання члеників стрижня колоса, міжвузль волоті	Кінець куціння	Кількість члеників у стрижні колоса, гілочок у волоті
IV	Формування колоскових горбочків	Початок виходу в трубку (випрямлення пагонів)	Кількість колосків у суцвітті, посухостійкість
V	Формування квіткових горбочків (археспорогенез)	Стеблування (фаза розрослого першого міжвузля)	Кількість квіток у колосках
VI	Формування пиляків і маточки (мікро- і макроспорогенез)	Середина фази стеблування	Фертильність квіток, жаростійкість
VII	Закінчення формування яйцеклітини і пилку, інтенсивний ріст усіх частин суцвіття (гаметогенез)	Набухла піхва останнього листка	Те ж саме
VIII	Закінчення формування і дозрівання усіх органів квітки (гаметогенез)	Колосіння, викидання волоті	Те ж саме
IX	Запилення, запліднення, формування зиготи (зиготогенез)	Цвітіння	Озерненість колоса
X	Формування зернівки (ембріогенез)	Формування зернівки, передмолочний стан	Розмір зернівки
XI	Нагомадження поживних речовин	Молочний і тісто подібний стан зернівки	Маса зернівки
XII	Перетворення рухомих поживних речовин у зернівці в запасні	Воскова і повна стиглість зернівки	Те ж саме

Стежачи за фенологічними фазами росту, їх інтенсивністю, можна за допомогою технологічних прийомів регулювати елементи продуктивності рослин у запрограмованому напрямку.

Сьогодні в Європі прийнята загальна уніфікована розширена шкала (код ВВСН.) для встановлення стадій розвитку однодольних і дводольних культурних рослин і бур'янів (табл. 18).

18. УНІФІКОВАНА РОЗШИРЕНА ШКАЛА ВВСН (ЗАГАЛЬНА)

Код ¹	Опис
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 0: ПРОРОСТАННЯ, ГІЛКУВАННЯ, РОЗВИТОК БРУНЬКИ	
00	Сухе насіння (насіння протрують у стадії 00)
P, V	Зимовий спокій або сплячий період
01	Початок набрякання насіння
P, V	Початок набухання бруньки
03	Насіння набрякло
P, V	Кінець набухання (набубнявіння) бруньки
05	Корінці (корінь) з'явилися із насіння
P, V	Багаторічні органи формують коріння
06	Подовження корінців, формування кореневих волосків і/та бічних коренів
07	G Колеоптиле з'являється із зернівки
D, M	Гіпокотиль з сім'ядолями або пагоном руйнують насінну оболонку
P, V	Початок проростання або розкриття бруньки
08	D Гіпокотиль з сім'ядолями проростають до поверхні ґрунту
P, V	Пагін росте до поверхні ґрунту
09	G Проростання: Колеоптиле з'являється на поверхні ґрунту
D, M	Проростання: Сім'ядолі з'являються на поверхні ґрунту
D, V	Проростання: Пагін/листок з'являються на поверхні ґрунту
P	На бруньці видно зелену верхівку

МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКА (ОСНОВНИЙ ПАГІН)		
10	G	Перший справжній листок вийшов із колеоптиле
	D, M	Сім'ядолі повністю розгорнулись
	P	Перші листки відокремились
11		Перший справжній листок, пара листків або кильчатка розгорнулись
	P	Перший листок розгорнувся
12		Два справжніх листки, пар листків або кильчаток розгорнулись
13		Три справжніх листки, пар листків або кильчаток розгорнулись
1...		Стадії тривають до...
19		Дев'ять або більше справжніх листків, пар листків або кильчаток розгорнулись
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 2: ФОРМУВАННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ/КУЩЕННЯ		
21		Видимий 1-й бічний пагін
	G	Видимий 1-й бічний пагін кущення
22		Видно два бічних пагони
	G	Видно два бічних пагони кущення
23		Видно три бічних пагони
	G	Видно три бічних пагони кущення
2...		Стадії тривають до...
29		9 або більше бічних пагонів
	G	9 або більше бічних пагонів кущення
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 3: ПОДОВЖЕННЯ СТЕБЛА АБО РІСТ РОЗЕТКИ, РОЗВИТОК ПАГОНА (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)		
31		10% стебел (розеток) досягли кінцевої довжини (діаметра)
	G	Видимий один вузол
32		20% стебел (розеток) досягли кінцевої довжини (діаметра)
	G	Видимих два вузли

33		30% стебел (розеток) досягли кінцевої довжини (діаметра)
G		Видимих три вузли
3...		Стадії тривають до...
39		Стебло досягло максимальної довжини, розетка – діаметра
G		9 або більше вузлів
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 4: РОЗВИТОК ПРИДАТНИХ ДО ЗБИРАННЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ЧАСТИН РОСЛИН АБО ОРГАНІВ РОЗМНОЖЕННЯ/ПОШИРЕННЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)		
40		Початок розвитку придатних до збирання вегетативних частин рослин або органів розмноження
41	G	Поява пластинки прапорцевого листка
43		30% рослин, вегетативних частин або органів розмноження, придатні до збирання, досягли кінцевого розміру
G		Піхва прапорцевого листка щойно набубнявіла
45		50% рослин, вегетативних частин або органів розмноження, придатні до збирання, досягли кінцевого розміру
G		Піхва прапорцевого листка набубнявіла
47		70% рослин, вегетативних частин або органів розмноження, придатні до збирання, досягли кінцевого розміру
G		Піхва прапорцевого листка розкрилась
49		Вегетативні частини або органи розмноження, придатні до збирання, досягли кінцевого розміру
G		Видно перші остюки
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 5: ПОЯВА СУЦВІТТЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)/ КОЛОСІННЯ		
51		Видно суцвіття або квіткові бруньки
G		Початок колосіння
55		Видно перші окремі квітки (ще закриті)
G		Видно половину суцвіть (середина колосіння)
59		Видно перші квіткові пелюстки (у пелюсткових форм)

G	Видно повністю розвинені суцвіття (кінець колосіння)
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 6: ЦВІТІННЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
60	Перші квітки відкриті (поодинокі)
61	Початок цвітіння: 10% квіток відкрито
62	20% квіток відкрито
63	30% квіток відкрито
64	40% квіток відкрито
65	Повне цвітіння: 50% квіток відкрито, перші пелюстки можуть обсіпатись
67	Цвітіння наближується кінця: більшість пелюсток обсіпалась або всохла
69	Кінець цвітіння: утворюється насіння (зернівок)
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ (ЗЕРНІВОК)	
71	10% плодів досягли кінцевого розміру або 10% плодів досягли кінцевого розміру ²
G	Водостигла зернівка
72	20% плодів досягли кінцевого розміру або 20% плодів досягли кінцевого розміру ²
73	30% плодів досягли кінцевого розміру або 30% плодів досягли кінцевого розміру ²
G	Рання молочна стиглість
74	40% плодів досягли кінцевого розміру або 40% плодів досягли кінцевого розміру ²
75	50% плодів досягли кінцевого розміру або 50% плодів досягли кінцевого розміру ²
G	Молочна стиглість, середина молочної стиглості
76	60% плодів досягли кінцевого розміру або 60% плодів досягли кінцевого розміру ²
77	70% плодів досягли кінцевого розміру або 70% плодів досягли кінцевого розміру ²
G	Пізня молочна стиглість
78	80% плодів досягли кінцевого розміру або 80% плодів досягли кінцевого розміру ²

79	Майже всі плоди досягли кінцевого розміру
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 8: ДОСТИГАННЯ АБО ЗБИРАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
81	Початок достигання або плід набуває забарвлення
85	Пізнє достигання або набуття забарвлення
G	Воскова стиглість
87	Плід пом'якшується (особливо плоди з м'якоттю)
89	Повна стиглість: плоди набувають типового забарвлення, починають обпадати
МАКРОСТАДІЯ РОСТУ 9: СТАРІННЯ, ПОЧАТОК СПОКОЮ	
91 Р	Пагін розвинений повністю, листки залишаються зеленими
93	Початок листопаду
95	50% листків обпало
97	Кінець листопаду, рослини або надземні частини відмерли або у стані спокою
Р	Рослини у стані спокою або сплячі
99	Збирання продукції (післязбиральний період або зберігання відповідають стадії 99)

Примітки: ¹ D - дводольні; М – однодольні; V - розвиток вегетативних частин або органів розмноження (поширення); G – зернові; Р - багаторічні рослини; № коду використовують, коли опис стосується всіх груп рослин. ² Ця стадія не використовується, якщо вона відбувається в основній стадії 8.

Основою для визначення стадій розвитку є видимі неозброєним оком фенологічні ознаки утворення органів. Цей код знайшов загальне застосування не тільки в Європейському Співтоваристві, але і в рамках діяльності різних міжнародних міжурядових і наукових організацій. Знання про хід окремих стадій розвитку посівів дозволяє своєчасно і ефективно застосовувати необхідні оперативні, адаптовані до конкретних ситуацій агротехнічні заходи для формування високих урожаїв (підживлення азотом, внесення мікроелементів, застосування регуляторів росту, фунгіцидів та інші технологічні заходи). В Західній Європі сукупність цих оперативних агротехнічних заходів, направлених на досягнення оптимальних урожаїв, називається «управління посівами» або «менеджмент

посівами». Всі агротехнічні заходи слід проводити у чіткій відповідності щодо стадій розвитку рослин та формування урожаю і їх вимогам до умов живлення. Відхилення від цього викликають значні або менш значні втрати урожаю.

В основу побудови коду ВВСН покладена шкала Задокса, що дозволила уникнути великих змін цієї, прийнятної в цілому, системи кодування, яка виправдала себе в усьому світі. Двозначне числове кодування складене таким чином, що перше число - макростадія, а друге - мікростадія в рамках макростадії. Це дозволяє застосовувати цю систему для єдиного кодування стадій розвитку культурних і бур'янистих рослин, у тому числі й для льону олійного. Для опису стадій розвитку рослин виділено 10 макростадій від 0 до 9, в розрізі яких є по 10 мікростадій.

Назва коду ВВСН утворена від початкових літер назв організацій, що спочатку брали участь в його розробці: **В** - **Biologische Bundesanstalt for Land- und Forstwirtschaft** (Біологічна федеральна установа сільського і лісового господарства); **В** – **Bundessortenamt** (Федеральне сортове управління); **СН** - **Chemische Industrie** (Хімічна промисловість у складі Об'єднання аграрної промисловості).

В життєвому циклі деяких рослин розрізняють також *стадії розвитку*. У рослин неоднакова *тривалість життя* і залежно від цього розрізняють рослини одно-, дво- і багаторічні. За *тривалістю плодоношення* їх поділяють на монокарпічні (плодоносять раз протягом життя) і полікарпічні (плодоносять багато разів). Окрему групу становлять рослини, які розмножуються вегетативно, цвітуть і плодоносять кілька разів (картопля, м'ята, полуниця та ін.). У цих рослин після цвітіння і плодоношення надземна частина відмирає, а органи вегетативного розмноження (бульби, паростки) живуть.

Інтенсивність росту й розвитку рослин неоднакова і залежить від спадкових особливостей та умов навколишнього середовища. *Ранньостиглі* сорти мають короткий вегетаційний період, рано цвітуть і плодоносять, але, як правило, менш урожайні. Життєвий цикл *пізньостиглих* сортів більш тривалий, вони утворюють багато листків.

М.М. Кулешов **життєвий цикл рослин** поділяє на кілька етапів (періодів): *первинного спокою* – починається від дозрівання і триває до проростання насіння; *ювенільний* (юнацький) – перша половина вегетаційного періоду до появи генеративних органів; *генеративний* – починається від початку цвітіння і плодоношення і триває до дозріван-

ня насіння. У багаторічних трав ці цикли повторюються протягом 2-10 і більше років, але на другий і в наступні роки вони починаються спокоєм бруньок, які при проростанні перетворюються на пагін-сисунець. Після цього настає ювенільний період і т. д.

Якщо висівають свіжозібране насіння, період його первинного спокою триває від 8-40 до 200-210 днів. Ювенільний період у багаторічних трав внаслідок перебування в рік сівби під покривною культурою, а в наступні роки під покривом інших трав може тривати від одного до кількох років. Затінені рослини розвиваються повільно, і лише при поліпшенні світлового режиму після укосів та внаслідок зрідження або випадання з травостою якогось компонента рослини з ювенільного переходять в генеративний період. Це має велике значення для багаторічних трав – сіножатей і пасовищ. Завдяки цьому підтримується необхідна густота стеблостою агрофітоценозу.

Поділ рослин за тривалістю періоду вегетації. Сорти і гібриди польових культур умовно можна поділити на три основні великі групи: скоростиглі, середньостиглі, пізньостиглі. Між ними є перехідні групи. Наприклад, у кукурудзи розрізняють надранні – ультраскоростиглі, ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні, пізньостиглі, дуже пізньостиглі сорти й гібриди. Так, різні гібриди та сорти кукурудзи досягають за 70-80 і за 130-160 днів і мають відповідно неоднакову продуктивність. Однак, коли ранньостиглі гібриди кукурудзи, рослини яких мають меншу вегетативну масу, висіяти густіше, то за короткий період вегетації можна мати майже такий самий врожай зерна, як і при висіванні пізньостиглих гібридів. Тому ранньостиглі гібриди кукурудзи в Лісостепу і на Поліссі слід висівати з густотою 90-100, а на силос 110-130 тис. рослин на 1 га і отримувати по 90-100 ц/га зерна, 500-600 ц/га силосної маси.

Багаторічні трави поділяють на скоростиглі, які зацвітають наприкінці травня – на початку червня і дають стигле насіння в першій половині літа (еспарцет і грястиця збірна); середньостиглі – цвітуть у середині червня і досягають наприкінці липня – на початку серпня (люцерна посівна і жовта, вівсяниця лучна); пізньостиглі – цвітуть у другій половині червня, досягають у серпні. Цей поділ певною мірою також умовний, оскільки одні й ті самі види, як уже зазначалося, можуть мати ранні й пізні сорти, наприклад, грястиця збірна.

Поєднання різних за строками дозрівання культур на великих площах посіву дає можливість зменшити втрати врожаю від перестоювання, дощів, обсіпання тощо.

3.5. Регулятори росту рослин

Останнім часом проблема підвищення продуктивності рослин вирішується не лише селекційно-генетичними методами, внесенням добрив та пестицидів, а й застосуванням регуляторів росту рослин. Ріст і розвиток рослин зумовлюються вмістом у них **фізіологічно активних речовин** (гормонів або регуляторів росту).

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, які використовують для обробки рослин із метою ініціювання змін у процесах їх життєдіяльності для покращення якості рослинного матеріалу, збільшення врожайності, полегшення збирання і зберігання врожаю. Потрапляючи в рослину, вони безпосередньо включаються в обіг речовин або чинять на нього певну дію. В результаті змінюється спрямованість біохімічних процесів, що призводить до підвищення рівня життєдіяльності рослин. Регулятори росту впливають на систему гормональної регуляції, яка визначає характер таких найважливіших фізіологічних процесів, як ріст, утворення нових органів, перехід рослин до цвітіння, старіння, стану спокою або вихід із нього.

Процеси росту та розвитку залежать від спадкових – біологічних і екологічних особливостей рослин – холодостійкості, реакції на відносну вологість повітря, стресові умови (температурні максимуми, висока сонячна інсоляція та ін.). У зв'язку з цим виникає потреба в регулюванні росту та вегетації рослин в цілому проведенням відповідних агротехнічних заходів та застосуванням регуляторів росту (природних і синтетичних), які взаємодіють з **фітогормонами**. Особливо цінними є так звані **антистресові засоби**, зокрема картолін (оксикарбін).

За особливостями дії всі регулятори росту поділяють на **активатори, або стимулятори** (посилюють ріст), **інгібітори** (пригнічують процеси росту) і **летальні речовини** (спричиняють у рослинах незворотні зміни та їх загибель).

До **активаторів росту (фітогормонів)** – хімічних речовин, що виробляються в рослинах і регулюють їх ріст і розвиток, які утворюються головним чином в тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел) належать речовини ауксинового ряду, похідні фенолу, гібереліни, цитокеніни, абсцизова кислота, фузикокцини, етилен та їх синтетичні аналоги), котрі впливають на ріст, морфогенетичні особливості та інші показники, сприяють підвищенню врожайності. Так, цитокінін позитивно впливає на ростові процеси, зокрема на синтез РНК. Кремнійорганічні сполуки (мівал і крезацин) діють на рослину як біостимулятори, поліпшують обмін речовин, підвищують стійкість (адаптацію) рослин до несприятливих умов, тобто мають антистресову

дію, підвищують врожайність. Особливо позитивно впливає на ріст, адаптацію рослин до несприятливих умов, їх урожайність, крезацинтрис (2-оксиметил), амоній-крезоксиацетат або триетаноламінова сіль крезоксiaoцтової кислоти. Він нетоксичний, не має мутагенної, канцерогенної, тератогенної і кумулятивної дії.

Фітогормони (гормони рослин) – органічні речовини невеликої молекулярної маси, утворюються в малих кількостях в одних частинах багатоклітинних рослин і діють на інші їх частини як регулятори і координатори росту і розвитку. Фітогормони здійснюють біохімічну регуляцію – найважливішу систему регуляції онтогенезу в багатоклітинних рослин. В порівнянні з гормонами тварин специфічність фітогормонів виражена слабше, а діючі концентрації, як правило, вищі. На відміну від тварин, у рослин немає спеціалізованих органів (залоз), що виробляють гормони.

До **інгібіторів** належать гідразид малеїнової кислоти, похідні диметиламіноянтарної кислоти, холінхлориду та ін. **Летальні речовини** – це похідні феноксикислот, симетричного триазину та ін.

Регулятори росту використовують для впливу на процеси цвітіння і плодоношення, керування станом спокою, прискорення опадання листя, підсушування рослин перед збиранням, запобігання вилягання рослин, знищення бур'янів тощо. Проти вилягання хлібів застосовують **ретарданти** – хлорхолінхлорид, кампозан. Період спокою переривають за допомогою тіосечовини, етиленхлорхолін хлориду, дихлоретилену, бромистого етилену. Щоб прискорити опадання листків (**дефоліація**), застосовують дефоліанти (магнію хлорат, ендотал, ціанамід кальцію та натрію тощо). Підсушують рослини на корені (**десикація**) за допомогою десикантів (сульфат амонію, реглон, їдкі луи, гліфосат та ін.).

Життєдіяльність рослин здійснюється за умов усіх необхідних факторів життя. Вони надходять із космосу, атмосфери і ґрунту. До таких факторів навколишнього середовища належать світло, тепло, волога, вуглекислий газ і кисень повітря, елементи мінерального живлення ґрунту. Кожний фактор необхідний рослинам у певних кількостях. При цьому розрізняють мінімальне, оптимальне й максимальне значення (напруженість) фактора. **Мінімальне значення фактора (мінімум)** – це найменша його кількість, нижче якої неможливе існування організму або здійснення конкретного життєвого процесу. Найбільша кількість фактора, при якій даний фізіологічний процес ще відбувається, називається **максимумом**. Між біологічним мінімумом і максимумом є **оптимум**, при якому життєві процеси відбуваються

найактивніше. На відміну від диких фітоценозів, формування продуктивності культурних агрофітоценозів здійснюється за рахунок оптимізації життєвих факторів навколишнього середовища технологічними прийомами.

Проте більшість регуляторів росту рослин (ретардантів) можуть мати певний негативний екологічний вплив. Тому слід постійно контролювати використання цих препаратів. А для регулювання росту, підвищення продуктивності культур і якості продукції підбирати, кращі сорти і гібриди, вдосконалювати обробіток ґрунту, догляд за посівами.

Так, наприклад, запізнення із строками посіву ячменю ярого та дефіцит вологи в період вегетації призводить до зменшення маси 1000 зерен, висоти рослин та кількості продуктивних стебел і значного зниження урожайності зерна. Середня висота рослин сортів пізнього строку посіву в 2007 р. становила 46,5 см, маса 1000 зерен – 39,5 г та урожайність – 25,4 ц/га, тоді як середня висота рослин у сортів оптимального строку посіву була 76,1 см, маса 1000 зерен – 45,7 г, урожайність – 44,8 ц/га (Поліщук І.С., Паламарчук В.Д. та ін., 2008).

Останніми роками у світі швидко поширюється впровадження регуляторів росту в практику сільськогосподарського виробництва. Вони все більше стають невід’ємними елементами інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Особливого значення регулятори росту набувають у випадках, коли технологія вирощування не відповідає генетичним можливостям сорту стосовно забезпечення достатнього ступеню надійності й захищеності генотипу від несприятливого впливу біотичних та абіотичних факторів середовища. На відміну від гербіцидів та інсектицидів, регулятори росту впливають лише на конкретні мішені – мембрани клітин рослини, не забруднюючи довкілля.

Регулятори росту позитивно впливають на ріст рослин і розвиток кореневої системи та листової поверхні. Це сприяє ефективному використанню рослинами елементів живлення, у тому числі малорозчинних сполук фосфору, прискоренню окремих етапів розвитку, підвищенню стійкості до хвороб та шкідників. Застосування біостимуляторів призводить до підвищення продуктивності й поліпшення якості продукції та умов сільськогосподарського виробництва, завдяки можливості зменшення на 25-40% норм витрат фунгіцидів і інсектицидів, при їх комплексному застосуванні з регуляторами росту рослин при допосівній обробці насіння і фітосанітарних обробках посівів проти шкідників й хвороб.

На сьогодні використовуються при вирощуванні польових культур

такі регулятори росту: **потейтін** – специфічний регулятор росту картоплі; **емістим С** – регулятор росту рослин природного походження. Виробляється шляхом культивування мікоризних грибів з кореневої системи цілющих рослин. Містить збалансований комплекс природних ростових речовин – фітогормонів ауксинової, цитокінінової та гібберелінової природи, вуглеводи, амінокислоти, насичені та ненасичені жирні кислоти, мікроелементи. Препарат широкого спектру дії. Стимулює ріст і розвиток понад 20 культур (зернові, зернобобові, технічні кормові, овочеві, ягідні, баштанні, квітів); **агростимулін** – композиція регулятора росту природного походження та синтетичного аналогу фітогормону. Регулятор росту зернових, зернобобових культур і багаторічних бобових трав; **бетаастимулін** – регулятор росту цукрових буряків; **зеастимулін** – композиція природного й синтетичного регуляторів росту рослин. Регулятор росту кукурудзи; **трептолем** – біостимулятор широкого спектру дії для соняшнику, ріпаци, ріпаку, сої; **люцис** – препарат для підвищення продуктивності насінників і врожаю зеленої маси люцерни й конюшини.

Таким чином, застосування регуляторів росту дозволяє якомога повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені в геномі природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість і збільшувати продуктивність сільськогосподарських культур.

3.6. Основні показники якості насіннєвого матеріалу

Якісний насіннєвий матеріал дає змогу без додаткових енергетичних затрат (добрива, пестициди) забезпечити належний ріст рослин, знизити негативний вплив бур'янів, хвороб, шкідників і на цій основі підвищити врожайність культури і якість одержуваної продукції, поліпшити екологічний стан поля.

Насіння (насінний матеріал) – поняття широке. Це переважно різні плоди – зернівки, сім'янки, однонасінні плоди – боби, горішки, частини плодів, а також органи вегетативного розмноження – бульби, іноді дрібні плоди.

Найпоширенішим насінним матеріалом у рослинництві є **зернівки** (зернові злаки і зернобобові), **сім'янки** (соняшник, морква), **горішки** (гречка), **однонасінні боби** (еспарцет, буркун), **бульби** (картопля, топінамбур) та ін.

Насіння характеризується сортовими, посівними і врожайними властивостями. При цьому велике значення мають **фізичні властивості** насінного матеріалу – натура, вирівняність.

Пружність насіння – це сила відштовхування насіння від вертикальної площини падіння. Ця властивість використовується для відокремлення обрушеного насіння від необрушеного, вологого від сухого, пророслого і щуплого від виповненого.

Механічна міцність (твердість) насіння характеризується зусиллям, яке необхідне для його роздавлювання. Це береться до уваги при очищенні насіння від грудочок ґрунту, які менш міцні, за допомогою пропускання його між гумовими вальцями.

При пропусканні постійного струму між електродами **насіння поляризується** і орієнтується великою віссю вздовж силових ліній. Різне насіння для орієнтування потребує неоднакової сили струму (напруженість орієнтації насіння – E). За цією властивістю відокремлюють насіння вівсюга від вівса, що дуже важко зробити іншими способами. За напруженістю орієнтації можна точніше, ніж у рідині, розділити насіння за щільністю. Чим більша щільність насіння, тим більша E . Проте є машини для відокремлення насіння в електричному полі з автоматичним виконанням цього процесу.

Морфологічні і фізичні ознаки насіння зумовлюють сипкість, пористість, сорбційну ємність.

Сипкість (рухомість) насіння залежить від його розмірів, форми, особливостей поверхні, вологості, засміченості. Неоднорідне насіння під час засипання на зберігання самосортується, тобто нерівномірно розподіляється по окремих ділянках насипу. Це створює умови для розвитку фізіологічних процесів, які призводять до псування зерна.

Пористість (шпаруватість) – це об'єм міжзернових просторів, виражений у відсотках від загального об'єму зернової маси. Від неї залежать можливість активного вентилявання, сушіння і газациї маси насіння, висота насипу при його зберіганні.

Сорбційна ємність – здатність насіння вбирати (сорбція) з повітря пару різних речовин та газу. Для насіння велике значення має вбирання з навколишнього середовища та віддавання (десорбція) вологи. Стала вологість зерна залежить від відносної вологості й температури середовища. У злакових зернових культур вона коливається в межах від 7% при відносній вологості повітря 15-20% до 33-36% при 100%. Цим пояснюється необхідність регулювання вологості повітря під час зберігання насіння. При підвищеній вологості повітря вологість насіння може підвищитися настільки, що це призведе до втрати його якості.

Якість насіння – найважливіший фактор урожайності, бо насіння є носієм біологічних і господарських властивостей рослини. Насіння культурної рослини завжди різноякісне. Тонке, видовжене зерно, яке за

масою не поступається перед зерном вирівняним і ваговитим, забезпечує меншу врожайність. **Різноманітність** насіння зумовлена екологічними, генетичними і матрикальними причинами.

Екологічна різноманітність насіння зумовлюється різними умовами росту і розвитку рослин в окремих регіонах та технологією вирощування культури. Різниця між врожайністю при сівбі насіння одного й того самого сорту, але різного за місцем походження може досягати 83,3%. Низькі температури і велика кількість опадів під час формування зерна негативно впливають на якість насіння багатьох зернових культур, і врожайність від такого насіння знижується на 8-10%. За сприятливих для росту і розвитку метеорологічних умов насіння має високі врожайні якості.

Аналогічний вплив на якість насіння має і технологія вирощування культури. При цьому не всі агротехнічні заходи, які сприяють підвищенню технологічних якостей зерна, підвищують якість насіння. Так, посилене азотне живлення сприяє підвищенню хлібопекарських якостей зерна пшениці, але не підвищує його врожайних якостей.

Генетична різноманітність насіння зумовлена тим, що різноманітні чоловічі та жіночі гамети вносять у зиготу свої спадкові ознаки. Вона залежить від умов запилення квітки і розвитку зиготи. Важливе значення мають мутагенні фактори.

Матрикальна різноманітність насіння виникає внаслідок того, що в межах однієї і тієї самої рослини умови формування насіння неоднакові. Якість насіння залежить від того, коли і в якому місці на рослині воно утворюється. Насіння, яке утворюється першим, краще забезпечується поживними речовинами і, як правило, має вищі врожайні якості.

Насіння характеризують урожайними, сортовими і посівними якостями. **Урожайні якості** визначаються врожайністю сорту в конкретних умовах вирощування, а сортові – ступенем сортової чистоти посівів. Для сівби доцільно використовувати насіння зареєстрованих для даної зони сортів і гібридів з високою сортовою чистотою. Врожайність чистосортних посівів на 15-20% вища, ніж несортних або не районованих.

Основні посівні якості насіння характеризуються такими показниками, як чистота, вологість, енергія проростання, лабораторна схожість, маса 1000 насінин. Велике значення має польова схожість насіння, що залежить від вологості ґрунту, глибини загортання насіння.

Розмноженням та збереженням сортних і врожайних якостей сортів та гібридів займається спеціально створена галузь – **насінництво**.

во, яка здійснює два основних процеси: сортозаміну та сортооновлення.

Сортозаміна – це заміна в певній зоні за результатами державного сортовипробування старого сорту або гібриду новим, більш продуктивним, придатним для вирощування за сучасними технологіями, з кращою якістю продукції, стійкого проти хвороб та шкідників, з широким адаптивним потенціалом.

Сортооновлення передбачає заміну насіння, сортові та біологічні якості якого погіршилися в результаті вирощування протягом багатьох років у виробничих умовах, на кращий посівний матеріал того сорту, який відновлено в науково-дослідних установах, шляхом застосування спеціальних методів насінництва. Сортооновлення здійснюється в процесі первинного насінництва. Загальними принципами його є збереження генетичної чистоти, продуктивності, стійкості проти хвороб, шкідників і несприятливих умов.

Насіння, одержане від спеціально вирощених у наукових або елітно-насінницьких установах рослин, які найповніше відповідають тестовим показникам даного сорту, називають **елітою**. Насіння, яке мають від сівби еліти, називають **насінням першої репродукції**, а після висівання цього насіння – **насінням другої репродукції** і т. д. Насіння кожної наступної репродукції за сортовими і врожайними якостями, як правило, нижче попередньої.

При дотриманні всіх агротехнічних вимог вирощування насіння його сортові та врожайні якості зберігаються досить довго, тому господарства можуть самі вирішувати, коли їм проводити сортооновлення, і на основі замовлень від них науково-дослідні установи повинні готувати еліту.

Сортову чистоту визначають за допомогою польової апробації. На сортові посіви, які відповідають стандартам, власнику видається "Акт апробації", що є основним документом на сортове насіння. Сортова чистота має три категорії: I, II, III, які встановлюють за результатами польової апробації посівів. Насінницькі посіви доцільно збирати в повній стиглості. Під час збирання важливо контролювати і здійснювати всі заходи, які зменшують травмування зерна.

Елітне насіння повинно мати найвищу порівняно з іншими репродукціями сортову чистоту (типовість), стійкість проти хвороб, посівні якості та найнижчу засміченість насінням інших культурних рослин і бур'янів.

Сортова чистота (типовість) – це відношення кількості стебел

основного сорту до загальної кількості розвинутих стебел даної культури, виражене у відсотках.

Посівні якості (чистота, схожість насіння та ін.) насіння характеризують придатність його для сівби, тобто забезпечують одержання рівномірних сходів і запобігають поширенню бур'янів, шкідників і хвороб у посівах.

Чистота посівного матеріалу. *Чистота насіння* – це вміст насіння основної культури в масі насіння, виражений у відсотках. Якщо чистота нижча передбаченої стандартом, насіння не можна висівати. Домішки насіння бур'янів визначають поштучно на 1 кг насіння культури.

Для насінництва важливо мати насінний матеріал з високими показниками сортової чистоти. Посіви і насіння самозапильних зернових і зернобобових культур відносять до **першої категорії** при умові, якщо сортова чистота його становить не менш 99,5%. Наприклад, для пшениці, згідно із стандартом перша категорія сортової чистоти повинна становити 99,5%, друга – 98%, третя – 95%.

У біологічному рослинництві великого значення набувають показники засміченості насіння бур'янами, ураженість його хворобами, наявність у ньому шкідників. Все це вимагає проведення певних заходів, насамперед застосування гербіцидів. Тому контроль за засміченістю повинен бути суворим і передусім на насінницьких ділянках, де необхідно дотримуватись всіх заходів, у тому числі й хімічного захисту рослин. Так, в 1 кг насіння найвищої якості має бути не більше 10 шт. насінин інших рослин, з них насіння бур'янів – не більш як 5 шт., другого класу – 40 шт., у тому числі бур'янів – 20 шт. Такі суворі вимоги до вмісту насіння бур'янів цілком виправдані. Коефіцієнт розмноження бур'янів, як і хвороб та шкідників, високий, тому через короткий час вони швидко засмічують посіви. Чим нижче репродукція, тим більша загроза механічної засміченості зерна, тому необхідно дотримуватись більш суворих правил щодо кількості репродукцій посівного матеріалу з насінням важко відокремлюваних культур. Так, насіння ячменю в пшениці і житі важко відокремити, тому що їх будова і розміри подібні. На всіх етапах виробництва насіння цьому питанню необхідно приділяти особливу увагу, щоб не допустити зниження якості насіння.

Посіви таких перехреснозапильних культур, як жито і гречка, належать до відповідної **категорії** залежно від репродукції. Так, жито I-II репродукцій належить до I категорії сортової чистоти, III-IV – до II, V і наступні репродукції – до III. Гречка I-III репродукції – до I категорії, IV-VII – до II, а VIII і наступні після неї репродукції – до III категорії.

В кукурудзи категорію сортової чистоти визначають за типовістю та кількістю ксенійних зерен (табл. 19).

Категорію сортової чистоти у соняшника визначають за панцирністю насіння і типовістю.

При розмноженні насіння різних репродукцій слід дотримуватись правила: сівбу починати з нижчих, а збирання насінних площ – з вищих репродукцій. Завдяки цьому не допускається змішування насіння навіть у межах одного сорту однієї культури між репродукціями. Після закінчення сівби насіння однієї репродукції, сівалку слід добре очистити і навіть незначну частину насіння вищої репродукції посіяти на ділянці нижчої репродукції. При переведенні комбайнів на обмолот іншого сорту та культури треба ретельно очистити всі агрегати комбайнів. При переході на обмолот іншого сорту чи іншої культури перший бункер намолоченого зерна доцільно використовувати не на насінницькі цілі, а на фуражні або товарні. Це не лише сприяє забезпеченню видової та сортової чистоти насіння, а й запобігає механічній засміченості його насінням бур'янів, ураженості хворобами та шкідниками.

19. Сортові якості насіння кукурудзи (амбарна апробація) (за О.Л. Зозулею, В.С. Мамалигою, 1993)

Групи насіння	Сортова типовість, %, не менше	Кількість ксенійних зерен на 100 качанів, не більше, шт.
Насіння еліти сортів та самозапилених ліній	100	10
Насіння самозапилених ліній першої, другої репродукції на ділянках гібридизації простих гібридів	99	30
Насіння сортів і гібридних популяцій:		
I категорія	100	10
II категорія	99	100
III категорія	99	200

Схожість – це кількість у межах норми пророслого насіння за встановлений для культури термін (7-10 днів залежно від культури), виражена у відсотках від кількості висіяних насінин. Вона є основним показником якості насіння. Низька схожість призводить до зрідженості посівів і зниження врожайності навіть тоді, коли нормою висіву можна досягти однакової густоти сходів. Схожість насіння формується у процесі вирощування і значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, системи удобрення.

Здатність проростків подолати опір ґрунту під час проростання називається **силою росту**. Характеризується вона кількістю і масою

проростків у перерахунку на 100 рослин.

Посівні кондиції. Насіння, яке за якостями відповідає вимогам стандарту, називають **кондиційним**, а решту – **некондиційним** (непридатне для сівби). За етапами насінництва насіння сільськогосподарських культур поділяють на такі **категорії**: оригінальне (ОН), елітне (ЕН) і репродукційне – РН-1-3 (перша – третя), РН–Н (четверта і наступні). Для кожної категорії насіння передбачаються граничні норми сортової чистоти, засміченості (масової та кількісної), схожості, вологості. Наприклад, сортова чистота насіння м'якої пшениці категорії РН–1-3 повинна становити не менше 98%, засміченість масова – не більше 2%, кількісна – не більше 20 насінин бур'янів на 1 кг, схожість – не нижче 92%, вологість – не вище 15,5%.

Починаючи із 2009 року в насінництві зернових культур встановлено такі **категорії** насіння:

добазове насіння – насіння з посівів первинних ланок насінництва (насіннєві розсадники випробування нащадків та розсадники розмноження);

базове насіння – насіння з посівів супереліти і еліти сортів, ліній, популяцій, а також гібридів, що є батьківськими формами інших гібридів, призначені для виробництва сертифікованого насіння; **сертифіковане насіння** – насіння з посівів першої, другої та наступних генерацій сортів, ліній, популяцій, а також з посівів ділянок гібридизації (табл. 20).

20. Граничні норми сортової чистоти насінницьких посівів зернових, зернобобових і круп'яних культур

Культура	Категорія та генерація насіння				
	ДН	БН	СН		
			СН ₁	СН ₂	СН _n
Пшениця, ячмінь, овес, просо	99,9		99,7	99,0	98,0
Рис	99,9		99,7	99,0	–
Тритикале	99,8	99,7	99,0	98,0	97,0

Через кожні 3-4 місяці посівні якості насіння потрібно перевіряти у державних насіннєвих інспекціях. На насіння, яке відповідає вимогам стандарту, видається "Посвідчення про кондиційність насіння". Для сівби використовують насіння першого і другого класів.

На **якість насіння** впливає його дозрівання та організація збирання врожаю, а також його дообробка (очищення, підсушування, калібрування).

Механічне пошкодження зерна призводить до погіршення його якості при зберіганні, зниження хлібопекарських, технологічних, посівних якостей тощо. Травмованим вважається бите, обрушене, з повністю або частково відірваним зародком насіння, а також з пошкодженим ендоспермом, різними порушеннями цілісності покривних тканин. Розрізняють дві групи травм: **макротравми**, легко виявляються неозброєним оком, і **мікротравми**, виявляються лише під мікроскопом. Діаметр таких пошкоджень менший 1 мм.

Насіння пошкоджується під час обмолочування. Ступінь його травмування залежить від регулювання роботи агрегатів комбайна, біологічної фази розвитку рослин, сорту та виду сільськогосподарських культур. Найшкідливішими є мікропошкодження в зоні зародка зерна, механічні пошкодження зародка та ендосперму. За підрахунками І.Г. Строни, встановлено, що кожен відсоток висіяного травмованого насіння в Лісостепу України знижує врожайність у середньому на 5 кг/га. У травмоване насіння проникають шкідлива мікрофлора, кліщі, що призводить до пліснявіння та інших видів його псування під час зберігання, а при висіванні в ґрунт до захворювання та гниття.

При висіванні травмованого насіння знижується його схожість, послаблюється розвиток рослин. Так, при пошкодженні зародка паросток втрачає орієнтацію, закручується. На пошкоджених місцях насінини розвиваються колонії грибів, що є частою причиною їх загибелі (рис. 5). У дослідях, проведених в Селекційно-генетичному інституті (Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко, 1990 р.), втрати врожаю озимої пшениці від висівання травмованого насіння становили до 13, а в окремих випадках – до 25 %. На жаль, для виявлення внутрішніх тріщин і мікротравм зародка потрібні спеціальні лабораторії, яких немає на насіннєвих заводах.

Небезпека від травмування насіння полягає ще і у тому, що його лабораторна схожість може не знижуватись, а польова схожість різко знижується.

Сучасні механізми, які застосовують для **збирання зернових**, повністю не запобігають травмуванню насіння, яке при збиранні залежить від його вологості. Дослідами встановлено, що при вологості понад 25% травмування досить значне і може повністю пошкоджувати зародок. З підвищенням вологості пошкодження насіння збільшується. Для всіх польових культур оптимальна вологість для збирання становить 16-17%. Травмування насіння зменшується також при роздільному способі збирання, правильному виборі строків обмолочуван-

ня, регулюванні молотильних апаратів, зокрема обертів барабана і зазорів між барабаном і підбарабанням.

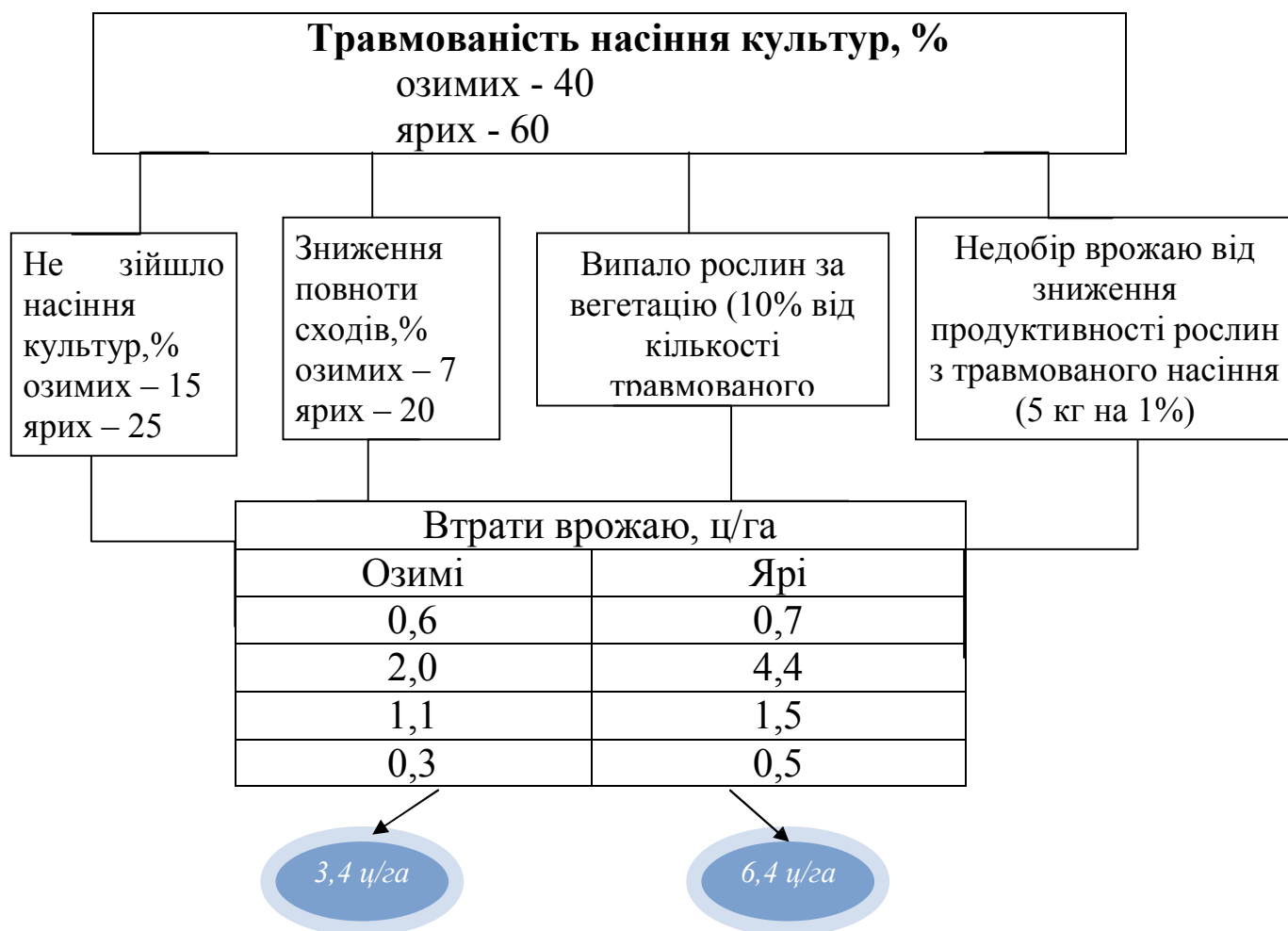


Рис. 5. Зниження врожайності від наявності травмованого насіння
(за І.Г. Строною, 1972 р.)

Насіння пошкоджується і на зерноочисних та сушильних машинах. Тому на стадії обробки врожаю необхідно вибрати оптимальний режим сушіння насіння, регулювати трієри та сита, уникати надлишкового застосування зернопультів у процесі дообробки насіння.

Не можна **травмувати** насіння під час **сівби**. Сівалки зернових культур із катушковими і штифтовими висівними апаратами травмують близько 14-16% насіння. Неправильно підібрані диски в сівалках з дисковими висівними апаратами під відповідну фракцію насіння та не відрегульована сила клапанів - виштовхувачів і пружин призводять до травмування, подрібнення насіння.

Травмування насіння знижує його польову схожість на 16-30%. При висіванні насіння, в якому механічно пошкоджено 10% маси, врожай-

ність знижується більш як на 1 ц/га. На насінних посівах доцільніше використовувати двобарабанні комбайни. Так, в експериментальному елітно-насінницькому господарстві Інституту насінництва, кращі результати мали при використанні зернозбиральних комбайнів СКД-6. Маса подрібненого зерна становила 0,4-0,6% загальної маси, травмування 20-30%. При цьому частоту обертів першого барабана, який працював у м'якому режимі, зменшували на 200-300, а другого встановлювали у межах 1000-1200 об./хв. Зазор між першим барабаном і підбарабанням був на 3-4 мм більшим, ніж між другим барабаном і підбарабанням. Крім того, слід регулювати зерноочисні й зернопровідні пристрої. Подавання соломистої маси в молотильний апарат регулюють залежно від швидкості руху комбайна під час обмолочування.

Для збирання посівного і якісного товарного зерна слід використовувати комбайни, якими вже обмолочено посіви на площі 100-350 га. Це має велике значення для забезпечення високої якості обмолоту культур, зокрема зернобобових (гороху, сої).

Здійснення комплексу заходів щодо зменшення травмування зерна економічно вигідне, оскільки забезпечує додатковий вихід насіння. Це важливо при розмноженні насіння еліти й супереліти та першої репродукції нових перспективних сортів польових культур.

Пошкодження оболонки зерна призводить до глибоких фізіологічних змін у зернині, втрат поживних речовин, порушення обмінних процесів, що різко послаблює ріст проростків. Дослідні дані свідчать, що травмування ендосперму насінини пшениці знижує продуктивність рослини на 10-20%, зародка – на 27-44%.

Пошкодження насіння знижує посівні якості його при зберіганні. Так, через -8 міс. після збирання енергія проростання пошкоджених насінин знижується на 30-40%, а лабораторна схожість на 62-89%. Енергія проростання цілих зернин при цьому становила 85-90%, лабораторна схожість 94-97%.

Вологість і зберігання насіння. Збереженість посівного матеріалу значною мірою залежить від його вологості. У більшості культур в умовах України вологість насіння не повинна перевищувати 15%. Таке насіння добре зберігається протягом тривалого періоду без зниження якостей.

Насіння сільськогосподарських культур після збирання потрібно досушувати, залежно від особливостей культури та вологості насіння. Чим вища вологість насіння, тим меншою має бути температура сушіння. Слід зазначити, що температура повітря при сушінні має бути не вище 45°C. Досвід показує, що зерно, зібране при підвищеній вологості,

важко піддається сушінню. Вологе насіння бобових погано зберігається, швидко зігрівається, псується. Підвищення вологості насіння навіть на 2% порівняно із стандартними значеннями, зменшує його посівні якості. Таке насіння, як правило, використовують на продовольчі та фуражні цілі.

У насінному матеріалі визначають наявність грибних захворювань, зокрема сажки. Кондиційне насіння за посівними стандартами не повинно містити збудників сажки. Регламентується також вміст у насінні склероцій.

Мікроорганізми, які впливають на посівні та врожайні якості насіння, поділяють на дві групи: мікроорганізми, що уражують насіння під час вирощування, і мікроорганізми, які розвиваються під час зберігання. Сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів при зберіганні зерна складаються при підвищених вологості й температурі. У вологій неочищеній масі вони розвиваються швидко, внаслідок чого температура зернової маси підвищується, що призводить до самозігрівання зерна. Тому після обмолочування обов'язковим є очищення зерна з метою зниження його вологості.

Маса насіння і врожайність культури. Від маси 1000 насінин і запасів поживних речовин в ендоспермі злакових або сім'ядолях бобових залежить розвиток сходів рослин. Озимі і ярі хліба та інші культури (соняшник, соя, горох), висіяні високоякісним насінням, дають за рівних умов по 3-5 ц/га приросту врожаю. Такі посіви густі, мають добре розвинену листкову поверхню, рослини на них менше уражуються хворобами. Від маси насіння, його якості і репродукції залежить врожайність культури.

Причини погіршення сортів. Тривалість використання ретельно відпрацьованих селекціонерами сортів необмежена, вони зберігають у незмінному стані ознаки та властивості протягом десятиріч. Так, використання деяких сортів може бути більше 25 років. Але більшість сортів у виробництві використовується досить обмежений період часу (6-7 років).

Основні *фактори*, які впливають на *погіршення ознак і властивостей сортів і гібридів*, такі: механічне засмічення; перезапилення іншими сортами; поява мутацій; ураження хворобами; модифікації.

Механічне засмічення сортів і гібридів. Найчастіше механічне засмічення відбувається при збиранні врожаю насіння, коли не повністю очищають комбайни, автотранспорт та інші засоби від насіння попередньо зібраного сорту. Порушення чергування культур у сівозміні також призводить до частих домішок, особливо в озимих культур.

Посівна техніка не завжди пристосована до повного висіву насіння, тому потребує ретельного очищення від решток насіння. Мішкотара, засіки, насіннесховища, очисні машини, завантажувальні засоби та механізми для обробки насіння хімікатами потребують уваги при переході від одного сорту до іншого.

Перезапилення іншими сортами. Це найчастіше відбувається у перехреснозапильних культур, якщо не витримується відповідна просторова або штучна ізоляція. Можливе перезапилення і між сортами самозапильних культур. У наступному році відібрані гібридні рослини в більшості випадків показують більш високу продуктивність, а в другому поколінні дають розщеплення, в результаті якого весь матеріал вибраковується як нетиповий для даного сорту. Так, наприклад, при вирощуванні насінницьких посівів жита, просторова ізоляція між сортами повинна бути не менше 200-400 метрів.

Поява мутацій. Хімізація землеробства та інші фактори можуть викликати мутації в окремих потомків, які відібрані для поновлення сортового насіння. У таких випадках необхідно вчасно їх видаляти з посівів, бо у більшості з них буває сильно порушеним спадковий апарат і схрещування їх з іншими рослинами в подальшому спричинить погіршення сортового насіння.

Ураження хворобами. Як у насінницьких, так і у виробничих посівах хвороби рослин при відповідних умовах розмножуються дуже швидко із покоління в покоління. Тому, вирощування елітного насіння, чистого від хвороб – одне із найважливіших завдань насінництва. Починаючи з первинних ланок і до розмноження насіння для виробничих площ, застосовують ряд заходів (різні види доборів, протруювання, попередники, просторова ізоляція, прогресивні технології) для того, щоб не допустити пошкодження насіння хворобами.

Модифікації. Ці зміни появляються внаслідок дії ґрунтових відмін, площі живлення та інших факторів. Звичайно, частіше добирають для наступної роботи модифікації, пов'язані з вищою продуктивністю. Можливо також і таке, що слабкіші біотики вирощуються на кращих ґрунтах, мають більшу площу живлення і показують середню або вище середньої продуктивність. Щоб надійніше оцінити модифікаційні зміни в окремих потомків, проводять пересіви матеріалу протягом декількох років.

Заходи поліпшення посівних якостей насіння і підготовка його до сівби. Посівні та врожайні якості насіння залежать від умов вирощування. Формувати якість насіння потрібно починати з вирощування на

насіннєвих ділянках, у насінницьких сівозмінах. Насіннєві посіви розміщують після кращих попередників, застосовують високоякісний обробіток ґрунту, систему удобрення, спрямовану на формування не найвищих технологічних, продовольчих або кормових якостей, а найкращих посівних і врожайних властивостей. Для цього рослини забезпечують достатньою кількістю фосфору, уникаючи застосування надмірних доз азоту. Норми висіву, система удобрення, забезпечення вологою мають сприяти одержанню бічних пагонів, рівноцінних основним, або забезпечувати одержання насіння переважно з основних пагонів. На насінницьких посівах обов'язкові видові й сортові прополювання, найефективніші способи боротьби зі шкідниками, хворобами і бур'янами. На посівах потрібно застосовувати такі режими роботи комбайнів, які б зменшували травмування насіння. Іноді з цією метою застосовують *подвійне обмолочування*. Після першого обмолочування при малих частотах обертання барабана мають зерно, з якого формують насіння, а після другого – зерно, яке використовують на продовольчі, кормові або технічні цілі.

Щоб одержати насіння з високими посівними якостями зібране *зерно доробляють*, тобто проводять специфічну обробку. Відразу після обмолочування його очищують від рослинних решток, незрілого насіння, насіння інших культур, бур'янів, комах. Післязбиральну доробку зерна доцільніше здійснювати на потокових лініях типу "Петкус" або механізованих токах, де окремі машини для первинного очищення, сортування, просушування і затарювання об'єднані в одну потокову лінію. Для очищення, просушування, сортування насіння використовують машини ОВП-20А, ЗАВ-20, ЗАВ-40, ОС-4,5А, КЗС-40 та ін. Його очищують від домішок насіння бур'янів, щуплого і битого насіння культури, підбираючи відповідні решета і трієри.

Важко відокремлювані домішки, близькі за розмірами до насіння основної культури, відокремлюють на очисних машинах, використовуючи аеродинамічні властивості, щільність і особливості поверхні насіння та домішок. При цьому легко відокремлюється насіння бур'янів із великою парусністю і невеликою масою, наприклад, насіння редьки дикої від насіння ячменю, пшениці, люпину на пневматичних сортувальних столах ПСС-2,5. Ріжки з насіння жита можна відокремити за допомогою розчинів відповідної щільності. На гірках, у циліндрах із повстяною поверхнею відокремлюють вівсюг від насіння вівса. На гірках з гвинтоподібною поверхнею (змійках) очищують насіння гороху, вики від битого насіння цих культур та насіння інших культур і бур'янів. Для очищування насіння дрібнонасінних бобових трав,

льону від насіння бур'янів із шорсткою поверхнею (кускути, пажитниці п'яної та ін.), його обробляють залізними ошурками і пропускають на електромагнітних машинах.

Насіння кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків, ріпаци та інших культур **калібрують**, тобто розділяють на окремі фракції за розмірами (довжиною, товщиною, шириною). **Каліброване насіння** висівають сівалками точного висіву, що забезпечує рівномірний розподіл насіння по площі.

Очищене, відсортоване або відкаліброване і просушене насіння зберігають у чистих **продезинфікованих сховищах**. Під час зберігання необхідно запобігати засміченню і зниженню схожості насіння. Для цього в зерносховищах підтримують постійний рівень температури й вологості повітря, застосовуючи автоматизовані системи контролю і регулювання умов у сховищі. У сховищах, де не можна повністю регулювати температуру і вологість повітря, насіння зберігають насипом у засіках або мішках. **Висота насипу** в холодну пору року не повинна перевищувати 2,5 м, а в теплу і при підвищеній вологості повітря – 1,5 м. Засіки розміщують не ближче як за 70 см від зовнішніх стін сховища.

Обов'язковим агротехнічним прийомом **передпосівної підготовки насіння є протруювання (знезаражування)** від грибних і бактеріальних захворювань рослин. Протруювання, проведене завчасно, знижує схожість на 20-24%. Найбільш поширеним і високоефективним є знезараження насіння за типом **інкрустування**, тобто протруювання з фіксуванням захисних сполук на насінні плівкоутворюючими речовинами. Інкрустація насіння підвищує врожай озимої пшениці, ячменю, кукурудзи на 3-6 ц/га. Закріплені у плівці на насінні пестициди не розпилюються і не змиваються з нього, перешкоджаючи проникненню шкідливої мікрофлори в насіння навіть у ґрунті. Плівкоутворювачі закріплюють пестициди на насінні, не змінюючи його форми. При цьому закриваються тріщини та інші пошкодження на насінні, що запобігає зараженню його в ґрунті. Частіше для інкрустування використовують полівініловий спирт (ПВС), який застосовують у вигляді 5% водного розчину, натрієву сіль карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ) – у вигляді 2% водного розчину, з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Як плівко-утворювач можна використовувати РКД (4 л РКД, розчинених у 7 л води, на 1 т насіння), крохмальний клейстер. Широко використовують **плівко утворюючі протруювачі** уніш, закруст, промет та ін.

У практиці вирощування багатьох культур широко застосовують **дражування насіння** – нашаровування на насінні захисних поживних

органічних і мінеральних речовин із метою надання йому зручної для висівання кулястої форми. До дражуючих сумішей додають органо-мінеральні поживні суміші, мікродобрива, бактеріальні препарати, протруювачі й активізуючі ріст речовини. При використанні дражованого насіння необхідно враховувати, що при проростанні воно вимагає більшої кількості вологи для отримання сходів.

Щоб забезпечити більш ранню сівбу пізніх ярих культур (кукурудзи), використовують **гідрофобізацію насіння** – покриття насіння плівками з речовин, які розчиняються в ґрунті за умови достатнього зволоження і лише при температурі, сприятливій для проростання насіння даної культури.

Для знезаражування доцільніше використовувати комплексні препарати, що діють не тільки на хвороби, а й на ґрунтових шкідників. Найбільш поширені байлетон, фентіурам, панорам, вітавакс, байтан, фундазол та ін. Витрата препаратів – 150-300 г на 1 ц насіння.

Протруювання проводять за 2-3 тижні до сівби на машинах ПС-10А, ПНШ-3, "Мобітокс-Супер", КПС-10, КПС-40, АПС-4А та ін. Кожний з препаратів має певний спектр дії, тому їх використовують з урахуванням найбільш поширених у даних умовах хвороб і шкідників.

Якщо немає можливості зробити інкрустування насіння, у такому випадку знезаражування проводять іншими способами, наприклад, **напівсухим** або зі зволоженням (5-10 л робочої водної суспензії на 1 т насіння) з обов'язковим додаванням клейких речовин (спиртової барди, ОП-07, патоки та ін.) для утримування протруювачів на насінні.

Напівсухе протруювання плівчастих хлібів (ячмінь, овес, просо) можна проводити розчином формаліну. На 1 т насіння беруть 30 л розчину, який складається з 1 частини 40%-го формаліну і 85 частин води. Обприскане і ретельно перемішане насіння витримують під брезентом протягом 4 годин, а потім просушують. При мокрому протруюванні на 1 т насіння беруть 100 л розчину (1 частина 40%-го формаліну і 300 частин води).

Проти летючої сажки пшениці та ячменю застосовують **термічне знезараження насіння**. Насіння замочують у воді при температурі 28-32°C протягом 4 год. (за цей період спори проростають), а потім витримують при температурі 52-53°C протягом 7-8 хв. (спори гинуть). Після цього насіння охолоджують у холодній воді й підсушують. Застосовують також однофазне прогрівання насіння протягом 4-4,5 год. при температурі 45-46°C за допомогою машини КТС-0,5.

Препарати для знезаражування насіння отруйні, тому під час роботи потрібно додержуватися правил техніки безпеки.

Одним із прийомів підготовки насіння до сівби є **повітряно-тепло-**

ве обігрівання. Насіння витримують під сонячним випромінюванням протягом 3-5 днів або проводять активне вентилявання підігрітим до 30-35°C повітрям.

Насіння зернобобових культур перед сівбою **інокулюють**, тобто обробляють нітрагіном, ризоторфіном, азотобактерином – препаратами, які містять бульбочкові бактерії або вільноживучі в ґрунті азотфіксуючі бактерії. Обробку проводять під навісами безпосередньо перед сівбою. Інокуляція насіння фосфобактерином поліпшує фосфорне живлення рослин. Для боротьби з виляганням посівів насіння обробляють ретардантами. При цьому глибше формується вузол кущення і підвищується зимостійкість рослин, але знижується польова схожість насіння.

У бобових трав, багаторічного люпину насіння, як правило, має непроникну для води і повітря оболонку (твердокам'яне насіння). Для підвищення схожості таке насіння **скарифікують** – пошкоджують механічним або хімічним способами насінну оболонку, роблячи її проникною для води і повітря.

В овочівництві, картоплярстві застосовують прийоми попереднього пророщування насіння, обробку стимулюючими речовинами.

Досліджуються і розробляються ефективні прийоми обробки насіння струмом великої напруги, ультразвуком, рентгенівським і лазерним випромінюванням тощо.

Насінники доцільніше збирати в суху погоду комбайнами з використанням жаток, які формують тонкі валки на висоті від ґрунту не менше 15 см. У роки з підвищеною вологістю і при випаданні дощів треба застосовувати пряме комбайнування. Щоб мати якісне насіння з високою врожайністю на насінних площах, слід зменшувати норму висіву і густоту рослин на 15-20 %.

3.7. Вплив сортів і гібридів на покращення екологічного стану в рослинництві

Важливим завданням Вінниччини, як і інших регіонів України, є оптимальне використання природних ресурсів, необхідних для одержання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур. Одним з найважливіших резервів росту врожайності і його стабільності є найбільш повна реалізація потенційної продуктивності вирощування культур (**сортів**), ефективне використання ґрунтово-кліматичних, матеріальних та інших ресурсів на основі оптимізації агроекологічного районування сільськогосподарських культур, конструювання продук-

тивних і стійких агроекосистем.

Селекція сортів та гібридів є одним із головних засобів прогресу в сучасному рослинництві. Дослідженнями, проведеними в Західній Європі, доведено, що внесок селекції (нові сорти, гібриди) за останні 25 років у приріст урожаю становить від 20 до 80% залежно від культури.

Сорт є найбільш надійним і економічно вигідним фактором підвищення рівня врожайності і її стабільності. Сорт (гібрид) – важливий чинник конкурентоспроможності рослин, його значення не менше, ніж агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур.

Сорт – це біотип, оскільки може різнитися один від іншого тривалістю фаз вегетації або міжфазних періодів, відношенням до умов проходження стадії яровизації, стійкістю до вилягання, посухи, зими і морозостійкістю, придатністю до застосування механічного догляду. Виходячи з цього **сорт** – це сукупність рослин одного й того самого виду, створена шляхом селекції, що відрізняється певними спадковими, морфологічними, біологічними, господарсько-цінними ознаками та властивостями і придатна для вирощування в тих чи інших ґрунтово-кліматичних умовах.

За походженням бувають сорти **місцеві й селекційні**.

Місцеві – це такі сорти, які створені внаслідок дії природного і штучного добору при вирощуванні культури в певній місцевості.

Селекційними називають сорти, створені в науково-дослідних установах при застосуванні наукових методів селекції та оцінки вихідного матеріалу.

Важливе значення для підвищення продуктивності сортів та гібридів в сучасних умовах має здатність сорту давати сталу й високу врожайність у різних умовах навколишнього середовища. Ця властивість називається **адаптивністю або пристосованістю сорту**.

Гібриди – це рослинні організми, створені в результаті внутрішньо-видової віддаленої гібридизації (схрещування батьківських форм із різною спадковістю), в яких використано ефект гетерозису (сплеску) – підвищення продуктивності на 10-30% порівняно з вихідними формами, сили росту й життєздатності особливо в першому поколінні (F_1). В наступних поколіннях продуктивність знижується, відбувається розщеплення, змінюються морфологічні ознаки.

При схрещуванні двох сортів утворюється **міжсортний гібрид**, сорту із самозапильною лінією – **сортолінійний гібрид**, двох самозапильних ліній – **простий міжлінійний гібрид**, простого гібрида

з лінією – **трилінійний**, двох простих міжлінійних гібридів – **подвійний міжлінійний гібрид**, трилінійного гібрида з лінією – **чотирилінійний гібрид** тощо.

Лінією називають потомство однієї рослини перехреснозапильної культури, яку примусово обпилювали протягом 7-12 років. Покоління, одержане від схрещування батьківських форм, називають гібридом першого покоління (F_1).

Світовий досвід свідчить про необхідність переходу до так званої “**біологізації**” технологій, що передбачає максимальне узгодження їх з біологічними вимогами культури, до стратегії інтегрованого використання генетичних, природних і технологічних факторів. В інтегрованій системі вирощування сільськогосподарських культур все більше буде зростати роль сорту, тому він є надійним і економічно вигідним фактором підвищення врожайності.

Сорти і гібриди є важливим чинником захисту посівів від шкідників, хвороб і частково від бур’янів. Селекціонери застосовують різні методи виведення нових сортів (гібридів) у цьому напрямі (схрещування культурних рослин із дикими формами, молекулярну біологію, генну інженерію), які дають змогу отримати сорти рослин, що стійкі до пошкодження окремими чи кількома шкідниками: різними листоїдами, блішками, хворобами – кореневими гнилями, фітофторою, переноспорозом та іншими.

В процесі проведення досліджень у Вінницькому національному аграрному університеті були створені прості гібриди кукурудзи, які характеризуються підвищеною стійкістю до фузаріозних стеблових гнилей та стійкістю до вилягання. Також показана можливість надання гібридним рослинам комплексної стійкості до вилягання, хвороб та шкідників.

В умовах значного скорочення ресурсного потенціалу сільськогосподарського виробництва, при вирощуванні суттєвого значення набуває поєднання окремих елементів малозатратних, адаптивних та біологічних технологій. Сорт та гібрид є найбільш надійним і економічно доцільним фактором підвищення рівня врожайності та її стабільності.

Так, у 50-60-ті роки минулого століття досягнення біологічної і сільськогосподарської науки забезпечили в економічно розвинених країнах збільшення врожайності зернових культур у 2-3 рази і більше. При цьому в середньому третину приросту врожайності було отримано за рахунок впровадження низькорослих сортів, підвищення стійкості

рослин до хвороб і шкідників, реагування на фактори інтенсифікації землеробства.

У країнах, що розвиваються, (Індія, Мексика) швидкий ріст врожайності зернових пов'язують із **сортозаміною**. Короткий період створення та швидке впровадження нових сортів дає змогу поліпшити використання природно-техногенних ресурсів. Сортозаміна більшості культурних рослин відбувається через кожні 4-6 років.

В економічно розвинених країнах, де темпи росту врожайності в цей період були не менш значними, а абсолютні прирости набагато вищі, провідну роль у збільшенні виробництва зерна займала інтенсифікації землеробства, що вимагала створення більш толерантних на дані фактори сортів. Так, у Німеччині щорічний приріст врожайності озимої пшениці склав 92 кг/га, у тому числі 62% обумовлено удосконаленням технології і 38% – впровадження нових сортів: ярої пшениці – відповідно 82 кг/га, 68 і 32%; озимого ячменя – 93 кг/га, 81 і 19%; ярого ячменя – 59 кг/га, 49 і 51%; вівса – 58 кг/га, 59 і 41%; кукурудзи на зерно – 196 кг/га, 66 і 34%; озимого жита – 62 кг/га, 13 і 87%.

Потенціал продуктивності сучасних сортів та гібридів зернових культур на сьогоднішній день далеко перевищує 140 ц/га. Вони толерантні до підвищення рівня азотного живлення, високої щільності стеблостою і практично не мають потреби в застосуванні ретардантів. Збиральний індекс англійських пшениць (0,6) наблизився, на думку фахівців, до максимально можливого.

Створені у світі селекціонерами сорти і гібриди зернових культур мають потенціал продуктивності, який ще не реалізований у виробництві. Межа продуктивності зернових не тільки не досягнута, але навіть і не встановлена. Вона підвищується в міру селекційного поліпшення сортів і оптимізації умов вирощування. Однак у виробничих умовах, **рівень продуктивності** реалізується на одну третину, а в деяких випадках – лише на 10-20%. Головна причина недоборів врожаю невідповідність сорту технології та економічним ресурсам поля, і навпаки: невідповідність технології біологічним особливостям сорту й економічним ресурсам.

З появою сортів **напівінтенсивного** типу істотно зросли врожайність і валові збори зерна. Селекція високопродуктивних низькорослих сортів інтенсивного типу, що вимагали високого агрофону і диференційованої агротехніки, максимально точного обліку біології сорту і рослин, не супроводжувалася відповідним прогресом

землеробства у виробничих умовах. В результаті сорти, що забезпечують вагомі збільшення врожаю в умовах високої культури землеробства на етапах їхнього створення і сортовипробування, у виробництві різко знижували врожайність. З іншого боку, адаптивні властивості **інтенсивних** сортів часто не відповідали екологічним умовам вирощування. Наприклад, повсюдна заміна наприкінці 70-х – початку 80-х років у Нечорноземній зоні Росії сорту ячменя Московський 121 на високопродуктивні, більш стійкі до вилягання, сорти закордонної селекції (Надя, Ельгіна, Дворан і ін.) на 80% площ посіву не дали належної віддачі через невідповідність культури поля вимогам цих сортів і їхньої біології в більш екстремальних умовах Нечорнозем'я.

Селекція зернових культур у всіх країнах подібна за своїми стратегічними цілями (створення високопродуктивних сортів, стійких до хвороб і шкідників, дії несприятливих умов навколишнього середовища, що мають високу якість зерна), але її пріоритетні напрямки в різних країнах істотно відрізняються і багато в чому залежать від природно-кліматичних умов. Так, у країнах Західної Європи з високим біокліматичним потенціалом виробництва, високою культурою землеробства досягнуті найбільші успіхи в селекції зернових на підвищення продуктивності. Поряд з високою продуктивністю, багато західноєвропейських сортів пшениці відрізняються хорошою стійкістю до фітопатогенів.

Збільшення виробництва зерна кукурудзи можливе за рахунок створення і впровадження у виробництво сучасних високопродуктивних гібридів, що відрізняються значною міцністю бокової стінки стебла, яке не вилягає при перестойі в полі. Підвищення придатності до механізованого вирощування та збирання гібридів кукурудзи сприятиме зменшенню розриву між біологічною і фактичною врожайністю.

Наприклад, створення гібридів кукурудзи, придатних до механізованого вирощування та збирання, дозволить: підвищити врожайність, поліпшити якість врожаю, економно використовувати збиральну техніку, зменшити втрати врожаю при збиранні. Для комбайнового збирання велике значення має висота рослин, висота прикріплення господарсько-цінного качана і ступінь його обвисання, стійкість рослин до вилягання, пошкодження кукурудзяним метеликом і ураження стебловими та кореневими гнилями.

У нашій країні створені найбільш зимостійкі та засухостійкі сорти зернових культур, ряд високопластичних сортів, добре пристосованих до різних ґрунтово-кліматичних умов. Підвищення екологічної стій-

кості сортів, як найважливішого біологічного фактору інтенсифікації технологій, особливо важливо в зв'язку з тим, що значна частина земельної площі нашої країни характеризується або вкрай холодним, або вкрай посушливим кліматом.

Становить значний інтерес напрямок селекції по створенню **агрохімічно ефективних сортів (АЕС)**, які забезпечують зниження витрат мінеральних добрив на 30-40% і більше. АЕС рослин є, як правило, стійкими до екстремальних умов. Модель сортів цього типу включає фізіологічні ознаки, що характеризують стійкість рослин до вилягання, толерантність до стресових факторів (абіотичних і біотичних), а також показники, що корелюють з активним поглинанням і раціональною витратою елементів живлення. Вагоме значення в підвищенні віддачі сорту при внесенні добрив має не тільки потужний розвиток кореневої системи, але насамперед активна її фізіологічна діяльність: підвищений приплив вуглеводів до коренів, більш тривале функціонування зародкових і придаткових коренів, підвищений вміст фізіологічно активних метаболітів та ін.

За останні роки селекціонерами країни створені та районовані ряд нових сортів зернових культур, що поєднують підвищену стійкість до стресових факторів середовища, особливо небезпечних патогенів, з поліпшеною технологічністю, адаптивністю й екологічною пластичністю.

Селекційна робота з озимим житом проводилася в напрямку поліпшення технологічних і хлібопекарських якостей, підвищення стійкості до вилягання, проростання зерна в колосі, хвороб (снігова пліснява і ін.). З ячменем була спрямована селекція на підвищення стійкості рослин до вилягання, несприятливих умов середовища, хвороб і одержання стабільних врожаїв. Для вівса найбільш результативними виявилися селекційні роботи, в яких проводили схрещування високопродуктивних з міцним стеблом сортів європейської селекції з кращими сортозразками американського континенту, що володіють стійкістю до грибкових хвороб, підвищеної посухостійкістю і хорошою якістю зерна.

При створенні зазначених сортів зернових культур використовувався основний метод практичної селекції – гібридизація (міжсортowa, міжвидова), у ряді випадків – методи мутагенезу, культури тканин і клітин. Великим резервом росту продуктивності та стабільності врожаю зернових культур є селекція на гетерозис. Найбільшого успіху вдалося досягти в селекції гібридної кукурудзи в США.

Інтенсивні сорти та гібриди, порівняно від напівінтенсивних, вимагають високої інтенсифікації технології вирощування. В умовах

зниження використання засобів інтенсифікації різко зменшують урожайність.

Екстенсивні сорти – це сорти, які дають не високий, але стабільний урожай при обмеженні використання добрив та інших заходів інтенсифікації і характеризуються низьким потенціалом продуктивності.

Також у сільськогосподарському виробництві застосовують **суміші видів, сортів та гібридів польових культур**.

Мета поєднання в посіві різних за морфологічними, екологічними та біологічними властивостями представлених категорій може бути різною. В агрофітоценозах здебільшого вирощують один сорт, який має свої сортові ознаки росту і розвитку, періоди вегетації, формування врожаю, відношення до екологічних чинників. На відміну від природних фітоценозів, чисті сортові посіви мають певні характерні особливості, такі як тривалість вегетаційного періоду, використання сонячної енергії, просторове розміщення наземних та підземних органів, їх габітус, однобічне використання елементів живлення, стійкість до несприятливих умов тощо. Тому для якомога повнішого використання чинників життя відповідно до росту продуктивності та якості врожаю, використовують багатосортові й багатолінійні популяції.

Посіви сумішей певних видів польових культур (гетерогенні посіви) на зерно і корм, залежно від конструкції посіву, називаються **змішаними, сумісними, підсівними** або **ущільненими**, а посіви сумішей гібридів, сортів, або сортів і гібридів однієї культури – **блендами (пірамідами)**. Основними принципами формування блендів є: агрокліматична відповідність сортів, що залучаються до ценозів, їх **адаптаційна різнобічна реакція** – відповідь певним умовам поля; достатній рівень гетерогенності агробіологічних параметрів і властивостей сортів у поєднанні з їх біологічною й технологічною сумісністю; технологічна простота формування, вирощування, збирання сумісних посівів, їх агроенергоекономічна доцільність та ефективність.

Для озимої пшениці головний компонент висівають у нормі 75% оптимальної для чистого посіву, а доповнювальний (більш високорослий) – 50%. У разі застосування трикомпонентної суміші два доповнювальні компоненти домішують у нормі по 25% повної. Збільшення загальної норми висіву на 25% є одним із обґрунтованих принципів їх формування.

Отриманий таким способом багаторусний міжсортівий агрофітоценоз дає змогу найповніше реалізовувати фотометричний потенціал та

ФАР, створити стійкі до хвороб (на 8-24%) та вилягання (на 2-3 бали) посіви, зменшити пестицидне навантаження, підвищити врожайність та якість зерна.

Залежно від мети вирощування з таких **посівів можна мати**: корми з більшим вмістом протеїну; посів, що не вилягає завдяки наявності в ньому виду або сорту з такою властивістю; суміш з компонентів, які мають різний період вегетації. Це інколи необхідно для збільшення періоду згодовування, поліпшення якості силосу тощо. Крім того, така **полікультура** в багатьох випадках сприяє кращому росту рослин – **компонентів суміші**. Це добре видно в сумішах ярої вики з вівсом, озимої вики з житом, де злакові компоненти краще ростуть порівняно з їх чистими посівами.

В полікультурах практично не виявляється стомлення ґрунту. При вдалому підборі рослин суміші більш стійкі проти хвороб, шкідників і бур'янів. У практиці набули поширення наступні суміші (**змішані посіви**): горох з ячменем для збирання у восковій стиглості відповідно з плющенням і подрібненням всієї біомаси рослин та обмолотом; кукурудза з соєю (буркуном, озимим ріпаком, редькою олійною) для збирання на силос і зелений корм; суміші сортів пшениці на зерно; суміші гібридів кукурудзи з різною тривалістю періоду вегетації для збирання на силос.

Сумісні посіви висівають у різних рядках або смугах окремих видів культур (жито з ріпаком на зелений корм, кукурудза з соєю).

Ущільнені посіви висівають суцільним способом або в рядки після посіву основної культури для них передбачене одночасне або роздільне збирання (кукурудза, ущільнена люпином, соєю, буркуном; соняшник з тими самими культурами; кукурудза з гарбузами).

Підсівні посіви отримують шляхом підсівання до основної культури насіння рослин, що забезпечують отримання додаткового урожаю, який формується в післязбиральний період (вико-вівсяні суміші з однорічною пажитницею; жито, підсіяне морквою тощо).

Добір сортів і гібридів сільськогосподарських культур є також альтернативою застосування хімічних регуляторів росту (інгібіторів, ретардантів, дефоліантів, десикантів). Для ефективного захисту рослин у сівозміні потрібно спрогнозувати видовий склад шкідників, хвороб і бур'янів. Це дасть змогу використати в посівах певний сорт, намітити реальні заходи захисту рослин, максимально знизити застосування хімічних речовин, поліпшити екологічну ситуацію середовища.

За даними Всесвітньої організації продовольства, в 2010-2012 рр.

весь приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок нових сортів (гібридів). Для цього розробляється концепція **”адаптивного рослинництва”** як один із варіантів компромісного землеробства, яке ґрунтується на використанні сортів (гібридів) нового типу та застосуванні невеликої кількості мінеральних добрив.

Адаптивний сорт (гібрид) має відповідати таким характеристикам: 1) різнитися великою екологічною пластичністю, давати врожай за широкої амплітуди змінюваних умов; 2) відзначатися скоростиглістю; 3) мати високу конкурентоздатність щодо бур’янів, стійкість до хвороб і шкідників; 4) давати високий господарський урожай – насіння, бульб тощо; 5) реагувати на поліпшення умов вирощування; 6) бути придатним для вирощування в суміші з іншими культурами.

Адаптивно-зональне розміщення виробництва, ефективно використання природно-кліматичних умов, новітніх технологій гарантує розкриття генетичного потенціалу гібридів кукурудзи на 70-80%. Нині, за свідченням американських експертів, виробництво зерна кукурудзи можна подвоїти без істотного збільшення площ посіву. Сучасні гібриди та технології у виробничих умовах дозволяють одержувати 150-180 ц/га урожаю зерна. У дослідних посівах вони забезпечували урожайність 210-270 ц/га.

Біокліматичний потенціал України в цілому і зони Лісостепу зокрема дає можливість вирощувати основні види сільськогосподарських культур. Впровадження розроблених на принципах адаптивного рослинництва технологій вирощування сучасних сортів є суттєвим засобом збільшення виробництва продукції рослинництва. Ефективність усіх факторів інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур повинна підвищуватися на основі дедалі зростаючого рівня агротехніки. Сучасні сорти з високою потенційною продуктивністю більшою мірою ”сканують” нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища, тому завдання щодо одержання стабільних урожаїв нині набуває все більшої актуальності. Це потребує перегляду всієї концепції рослинництва та розробки стратегії адаптивної інтенсифікації рослинництва, яка ґрунтується на використанні адаптивного потенціалу всіх біологічних компонентів агроєкосистем.

Питання для самоконтролю

1. Екологічна та біологічна роль сонячної радіації.
2. Поглинання ФАР посівами польових культур.
3. Фази фотосинтезу та їх значення.

4. Значення ультрафіолетового, інфрачервоного випромінювання та видимого світла в житті рослин.
5. C_3 та C_4 типи фотосинтезу.
6. Фотосинтез у бактерій (хемосинтез).
7. Листова поверхня та її роль для фотосинтезу.
8. Продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал.
9. Інтенсивність фотосинтезу. Виділення кисню в процесі фотосинтезу.
10. Вплив густоти стояння на продуктивність фотосинтезу.
11. Регулювання фотосинтетичної діяльності рослин.
12. Елементи продуктивності рослин на різних етапах органогенезу. Індекс урожаю.
13. Значення росту і розвитку рослин. Особливості росту польових культур (генетична, гормональна й екологічна зумовленість).
14. Ремонтантність та її значення. Охарактеризуйте життєвий цикл рослин.
15. Характеристика фенологічних фаз та етапів органогенезу.
16. Поділ рослин за тривалістю періоду вегетації.
17. Вплив на ріст і розвиток рослин регуляторів росту?
18. Значення фітогормонів в житті рослин.
19. Охарактеризуйте фізичні властивості насіннєвого матеріалу.
20. Дайте визначення основним показникам якості насіння?
21. Охарактеризуйте різноякісність насіннєвого матеріалу та її види.
22. Сортозаміна та сортооновлення.
23. Посівні кондиції та їх значення.
24. Значення механічного пошкодження зерна.
25. Вологість і зберігання насіння.
26. Причини погіршення сортів.
27. Заходи поліпшення посівних якостей насіння і підготовка його до сівби.
28. Яке значення селекції рослин у підвищенні енергетичної ефективності технології?
29. Охарактеризуйте поняття “сорт” та “гібрид”.
30. Підбір сортів і гібридів. Інтенсивні, напівінтенсивні та екстенсивні сорти.
31. Суміші видів, сортів та гібридів.

РОЗДІЛ 4. КОРЕНЕВЕ ЖИВЛЕННЯ ТА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ РОСЛИН

4.1. Формування якості продукції в інтенсивному землеробстві

Одержання високого врожаю і якісної продукції – кінцеве завдання будь-якої системи землеробства. Досягається воно встановленням екологічної рівноваги в агроландшафтах, що дається чим далі, тим з більшими зусиллями в зв'язку з руйнуванням або погіршенням їх якісного складу на величезних площах. Припинення ерозії внаслідок впровадження контурно-меліоративного землеробства і послідовна зміна структури посівних площ, що найбільш відповідає екологічним вимогам – ось той глобальний шлях, який приведе до оздоровлення агроландшафтів і одержання екологічно чистої продукції. Проте залишаються інші фактори, які локально впливають на формування якості продукції. Це добрива і пестициди.

На ефективність добрив, а відповідно і на формування якості продукції, помітно впливає рівень агротехніки і характер погодних умов вегетаційного періоду. Заслуговує уваги питання про вплив як окремих елементів живлення, так і різного поєднання азоту, фосфору і калію на ці показники.

Застосування **азотних добрив** є одним із основних факторів впливу на формування якісних показників, особливо зернових культур. У дослідях, проведених на різних типах ґрунтів, встановлено, що якісне зерно можна одержати при внесенні помірних доз азотних добрив. На бідних ґрунтах внесення навіть високих доз азоту не завжди супроводжується підвищенням якості зерна, бо при низькому вмісті азоту в ґрунті додаткове його внесення спрямоване переважно на формування вегетативної маси, а на синтез білка його не вистачає. На родючих ґрунтах вплив азоту на формування якості сильніший, ніж на приріст урожаю. Ось чому підвищення родючості ґрунтів безпосередньо впливає на підвищення якості продукції.

При одноразовому внесенні помірних доз азотних мінеральних добрив під озиму пшеницю та інші зернові культури протягом вегетації рослини не забезпечуються цим елементом. У процесі одноразового застосування високих доз азотних добрив (120-140 кг/га), рослини страждають від їх надлишку, а частина азоту втрачається внаслідок денітрифікації та вимивання. Ось чому в зонах достатнього зволоження, найбільш раціональним є роздрібнене внесення азоту під озимі й деякі ярі зернові культури.

Внесення азоту згідно з потребою за етапами органогенезу рослин сприяє інтенсивному його засвоєнню, підвищує коефіцієнт використання поживних речовин, що має важливе екологічне значення – після збирання врожаю, азоту тут залишається не більше, ніж на площах без внесення добрив. Встановлено, що для виробництва 1 т високоякісного зерна пшениці потрібно в середньому близько 25 кг азоту добрив.

Застосування роздрібненого внесення азоту під ярі зернові культури, зокрема під ячмінь, і вплив його на формування врожаю і якості зерна ще недостатньо вивчено. Існують дані про високу ефективність пізнього підживлення азотом, яке підвищує вміст білка в зерні ячменю від 10 до 15-18%.

Високі дози азоту негативно впливають на якість коренеплодів. Вміст небілкового азоту в буряках підвищується до 1% і більше, половина з якого перебуває в нітратній формі. Надлишкове азотне удобрення також погіршує технологічні якості буряків.

При нестачі в ґрунті азоту знижується врожай бульб картоплі та погіршується їх якість. Проте й високі дози азотних добрив негативно впливають на кулінарні властивості бульб, призводять до їх потемніння і псування під час зберігання.

Таким чином надлишок азоту в ґрунті призводить до забруднення будь-якої рослинної продукції нітратами.

Вплив **фосфору і калію** на якість рослинної продукції різнобічний. Під впливом оптимального фосфорного живлення поліпшується виповненість злаків, підвищується вміст цукру в овочах і плодах, крохмалю – в бульбах картоплі. Оптимальне фосфорно-калійне живлення сприяє розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур – вона глибше проникає в товщу ґрунту, краще розгалужується.

Дія фосфорних і калійних добрив на якість урожаю сільськогосподарських культур не завжди однозначна: в одних випадках вона поліпшується, в інших вони не впливають або ж негативно впливають на ці показники. Проте вони завжди забезпечують позитивний ефект, якщо дотримується оптимальна доза і не порушується співвідношення азоту, фосфору та калію. Надлишок у ґрунті P_2O_5 і K_2O при нестачі азоту викликає в рослин неузгодженість енергетичного і білкового обміну. Особливо небажаним є надлишок фосфорного та калійного удобрення для кукурудзи і ярих зернових культур, тоді як озима пшениця, буряки і картопля при збалансованому живленні позитивно реагують на підвищення доз фосфорних і калійних добрив. Цю властивість слід враховувати при внесенні РК – добрив про запас.

Як відомо, фосфору належить важлива роль у формуванні продукції високої технологічної та продовольчої якості. Під впливом фосфору посилюються процеси нагромадження цукру в коренеплодах цукрових буряків, утворення крохмалю в бульбах картоплі, підвищується вміст олії в насінні соняшнику, поліпшується якісний склад білка зернових культур. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, без яких неможливий синтез білкових молекул та передача спадкових якостей, тобто жоден процес в живому організмі не відбувається без участі фосфору.

На кислих дерново-підзолистих ґрунтах, незважаючи на іноді достатньо високий вміст рухомого фосфору в ґрунті, рослини відчують його нестачу. Однією з причин недостатнього надходження фосфору в рослини може бути висока концентрація рухомого алюмінію в ґрунті, який знижує його доступність. Це пов'язано з тим, що на стінках рослинних клітин відбувається акумуляція ортофосфат-іону PO_4^- за рахунок адсорбційного зв'язування його з алюмінієм і утворення нерозчинного осаду AlPO_4 , що в подальшому призводить до істотного порушення процесів метаболізму фосфору. Тому для підвищення коефіцієнта засвоєння фосфору рослинами треба зменшити у ґрунті концентрацію розчинного алюмінію, що досягається вапнуванням кислих ґрунтів.

Незважаючи на різні співвідношення та зростання доз мінеральних добрив, деякі показники якості залишаються майже без змін. Йдеться про вміст крохмалю, клейковини і золи в зерні пшениці. Тут простежується відома тенденція: чим вищий вміст білка, тим менша крохмалистість зерна, і навпаки.

Добрива помітно впливають на фізичні та технологічні якості зерна. Азотні добрива підвищують його скловидність, вміст клейковини, силу борошна, об'єм хліба, але дещо знижують масу 1000 зерен та об'ємну масу зерна. Калійні добрива сприяють поліпшенню фізичних якостей зерна.

Калій – оптимізує строки досягання і поліпшує якість сільськогосподарських культур. Але неправильне застосування калійних добрив, яке найчастіше зводиться до завищення доз, незбалансованості калію з іншими елементами, невідповідності біологічної групи деяких рослин окремим формам калійних добрив, обумовлює не стільки зменшення врожаїв, скільки погіршення їх якості. Наприклад, найчастіше на якість бульб картоплі негативно діє не калій, дози якого під картоплю становлять 120-200 кг/га, а тісний його супутник в калійних добривах – хлор. При використанні під картоплю хлорвмісних добрив, хлор негативно впливає на ріст і розвиток картоплі, в бульбах зменшується вміст крохмалю.

Нерідко виникає потреба вносити калійні добрива у високих дозах один раз за ротацію ланки сівозміни – про запас. В цьому випадку має значення під яку культуру слід вносити про запас калійні добрива, особливо ті, що містять хлор. Доведена можливість внесення калійних добрив про запас на 3 роки під озиме жито – попередник картоплі. В цьому випадку якість картоплі не погіршується. Одноразове внесення сівозмінної дози під картоплю на дерново-підзолистому ґрунті, знижує в середньому по формах добрив вміст крохмалю в бульбах на 1,2%. При внесенні про запас калію під кукурудзу отримують низький збір продукції в зернових одиницях.

Значення калію для одержання якісного зерна пивоварного ячменю з високим вмістом екстрактивних речовин відоме. Але в окремі роки, під дією калійних добрив екстрактивність зерна зменшується, незважаючи на те, що вміст крохмалю (основної екстрактивної речовини) в зерні збільшується. Це пояснюється тим, що під дією калійних добрив відбувається як збільшення кількості крохмалю, так і перетворення простих, розчинних у воді білків у високомолекулярні сполуки, які не переходять в екстракт.

Отже, в умовах інтенсивного землеробства, яке передбачає застосування під картоплю, овочі та деякі технічні зернові культури високих доз калію, з перевищенням його доз над дозами азоту в 1,5-2 рази, слід брати до уваги і можливі негативні наслідки, враховувати фактори, що їх зумовлюють (збалансованість калію з іншими елементами, зокрема з фосфором, кальцієм, магнієм; властивості ґрунту, особливості сорту тощо). Надмірне внесення калійних добрив порушує в ґрунті баланс магнію, натрію, кальцію, бору та їх співвідношення, що може негативно вплинути на процеси живлення культурних рослин.

В останні роки підвищилася увага до нагромадження хлору в сільськогосподарській продукції. Внесення підвищених доз хлорвмісних калійних добрив на дерново-глейовому супіщаному ґрунті, зумовило нагромадження хлору у вирощуваних рослинах і акумулятивному горизонті. На вміст хлору в ґрунті значно впливають атмосферні опади. Внесення підвищених доз калійних добрив роздрібнено під кожний укіс багаторічних трав не призводить до нагромадження хлору в токсичних кількостях.

Підвищення доз калійних добрив впливає на вміст у рослинах і деяких інших елементів. Так, воно збільшувало концентрацію марганцю в рослинах льону-довгунця на дерново-середньопідзолистому

легкосуглинковому ґрунті. Високі дози калійних добрив, на бідному фосфорному фоні, сприяли більш інтенсивному поглинанню цинку рослинами сорго, а при пониженій кислотності ґрунту – підсилюють надходження в рослини важких металів. Із збільшенням доз калійних добрив на сірому лісовому ґрунті, в листках кормових буряків зростав вміст нітратів.

Використання калійних добрив із залишковою природною радіоактивністю не призводить до істотного підвищення радіоактивності сільськогосподарських культур, але бувають випадки зростання її у кілька разів порівняно з радіоактивністю рослин, вирощених у природних умовах без застосування мінеральних добрив. Таке явище пов'язане з нагромадженням калію і, як правило, спостерігається в молодих рослинах на ранніх стадіях розвитку, при внесенні в ґрунт високих доз калійних добрив. Внесення їх у великих кількостях на культурних пасовищах за один прийом, може підвищувати радіоактивність корму в 2-3 рази порівняно із звичайним рівнем.

Численні досліді з підстилковим гноєм та торфогнойовими компостами, проведені в дослідній мережі України, свідчать, що при раціональному використанні ці види добрив не погіршують якості продукції рослинництва, а, навпаки, поліпшують основні її показники. Дещо складніша справа з нетрадиційними видами органічних добрив, застосування яких повинно бути нормованим. Йдеться, насамперед, про безпідстилковий гній та осаді стічних вод міських очисних споруд і підприємств легкої промисловості. Відповідь на ці питання дає серія польових дослідів, проведених на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому в Лісостепу і на Поліссі.

Систематичне внесення рідкого гною і продуктів його механічної переробки (рідка і тверда фракції) при застосуванні їх у помірних дозах не призвело до погіршення якості основної продукції польової сівозміни. Порівняно з контролем (без добрив) не відмічалось погіршення якості таких показників, як хлібопекарні властивості й клейковина зерна пшениці, а вміст протеїну в зерні пшениці, ячменю і зеленій масі однорічних трав підвищився. Більш високу якість при застосуванні добрив одержано за такими показниками, як скловидність, об'єм хліба і сила борошна зерна озимої пшениці, як вміст клейковини в зерні ячменю і протеїну в зеленій масі кукурудзи.

Вміст цукру в кормових буряках на всіх удобрених варіантах був нижчим, ніж на контролі без добрив.

У варіантах, де вивчали порівняльну ефективність рідкого і підстилкового гною свиней, твердої і рідкої фракції рідкого гною та мінеральних добрив при внесенні їх в еквівалентній кількості за вмістом загального азоту (N_{100}), одержано по всіх видах добрив показники якості, що перевищували контрольні. Серед удобрених варіантів здебільшого кращими були варіанти з підстилковим гноєм і мінеральними добривами.

Але осади стічних вод порівняно з іншими органічними добривами часто мають підвищений вміст важких металів. Перевищення гранично допустимих концентрацій в осадах спостерігається по хрому, кобальту, решта важких металів нижче значень ГДК і знаходиться майже на рівні підстилкового гною. Як показав аналіз зерна озимої пшениці, вирощеної в досліді при застосуванні як помірних, так і високих доз осадів стічних вод підприємств легкої промисловості, вміст важких металів у ньому був на рівні неудобреного контролю.

Здебільшого підвищений вміст важких металів у коренеплодах буряків спостерігається при застосуванні високих доз осаду. При використанні помірних доз осаду, до яких належить і рекомендована доза N_{100} , у переважній більшості не перевищує їх концентрацій у традиційних добривах, хоч така тенденція є по хрому і свинцю. Що стосується зеленої маси кукурудзи на силос, то нагромадження важких металів у ній відбувалося аналогічно коренеплодам буряків – по гною вміст свинцю становив 1,2, хрому – 0,62 мг/кг сухої маси, при внесенні помірних доз осаду стічних вод відповідно 2,2 і 1 мг.

Найбільш низькою здатністю до вбирання важких металів відзначаються зернові культури. Як у прямій дії осаду стічних вод очисних споруд, так і в післядії при використанні його в помірних дозах не спостерігали перевищення прийнятих гранично допустимих концентрацій.

4.2. Фізіологічні основи кореневого живлення

Характеризуючи **елементи мінерального живлення** ґрунту, слід відмітити, що окрім вуглецю, кисню і водню до складу рослин входять близько 70 хімічних елементів. Ті елементи, які після спалювання рослини залишаються у золі (попелі), називаються **зольними** (калій, фосфор, магній, сірка, марганець, залізо, натрій, бор, кремній). Елементи, вміст яких у рослинах коливається від сотих часток, до цілих відсотків ($>0,01\%$) у розрахунку на суху речовину, називають **макроелементами** (азот, фосфор, калій, кальцій, кисень, вуглець, водень, сірка).

Ті ж елементи, яких рослини містять дуже мало – від тисячних до сотисязних часток відсотка (0,001-0,0001%), називають **мікроелементами** (марганець, бор, молібден, мідь, ванадій, цинк, кобальт, йод та ін.), а менше мільйонних часток відсотка ($<0,000001\%$) – **ультрамікроелементами** (рубідій, цезій, селен, кадмій, срібло, ртуть, золото).

Суха речовина рослин складається з вуглецю (45%), кисню (42%), водню (6,5%), азоту (1,5 - 5%) і золи (5 - 12%), в якій містяться зольні елементи. В рослинах виявлено більше 80 елементів зі 108 відомих у природі. Вважається, що для нормального росту і розвитку рослинам необхідні 15 елементів: вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, сірка, мідь, бор, молібден, цинк, марганець. Такі ж елементи як літій, срібло, стронцій, кадмій, алюміній, силіцій, титан, свинець, хром, селен, фтор та нікель належать до умовно необхідних.

Азот найбільше впливає на ростові процеси рослин. Він входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу, ліпідів та інших сполук. Основним джерелом надходження азоту в ґрунт є рослинні рештки, азотфіксуючі мікроорганізми, органічні й мінеральні добрива, частково атмосферні опади. При достатньому забезпеченні азотом рослини інтенсивно ростуть, мають темно-зелене забарвлення, у них багато білка. Надмірна кількість азоту ослаблює механічні тканини, подовжує вегетаційний період. При дефіциті азоту рослини жовто-зелені, погано ростуть, у них зменшується вміст білка.

Фосфор входить до складу білків ядра, нуклеопротейдів, а також нуклеїнових кислот, ліпідів, фітину й макроергічних сполук. Він прискорює досягання рослин. При недостатньому вмісті фосфору в ґрунті затримуються ріст і розвиток рослин, особливо у молодому віці.

Калій сприяє оводненості клітин, переміщенню вуглеводів із листків у інші органи. При нестачі калію в рослинах знижуються тургор у клітинах, стійкість рослин проти несприятливих умов середовища.

Рослини розвиваються і живуть завдяки повітряному і кореневому живленню. Листками вони засвоюють понад 95% вуглекислого газу. З водних розчинів листки рослини засвоюють зольні елементи, азот, сірку. Проте основна кількість азоту, зольних елементів і води надходить в рослину крізь кореневу систему, яку слід розглядати як орган вбирання й синтезу поживних речовин.

Кореневе живлення – складний фізіологічний процес вбирання мінеральних елементів із ґрунту, переміщення їх у рослині та участі в процесах синтезу органічних речовин, а також вторинного їх використання (**реутилізації**). Солі поглинаються коренями за законами

обмінної адсорбції. У ґрунтовому розчині вони дисоціюють на катіони N^+ , K^+ , Ca^{+2} і аніони NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} та ін. Аніони адсорбуються на поверхні коренів, оскільки протоплазма клітин кореневих волосків на поверхні несе позитивно й негативно заряджені частинки, які утворюються внаслідок дихання коренів. Корені у процесі дихання виділяють CO_2 , який, розчиняючись у клітинному соку, утворює вугільну кислоту. Вона дисоціює на іони H^+ і HCO_3^- , які насичують поверхню кореневих волосків. Адсорбовані зі ґрунтового розчину іони в поверхневих шарах протоплазми клітин обмінюються на іони H^+ і HCO_3^- , які й переходять у ґрунтовий розчин.

Рослини інтенсивніше вбирають ті катіони або аніони, які активніше включаються у процеси синтезу речовин. Надмірна кількість певних іонів солей може порушити обмін та інтенсивність вбирання потрібних рослині іонів. Найбільш шкідлива надмірна концентрація іонів H^+ (кислі ґрунти) і OH^- (лужні ґрунти). У більшості рослин процеси живлення краще відбуваються при слабко кислій або нейтральній реакції (рН 6-7). Найвищі концентрації іонів у розчині знижують інтенсивність надходження їх у рослини, але різні рослини неоднаково реагують на підвищення концентрації солей у ґрунті.

Рослинам властива добова ритмічність вбирання елементів живлення. Упродовж доби спостерігається 4–6 періодів активізації та гальмування процесів їх вбирання. Інтенсивність вбирання елементів живлення із ґрунту змінюється і протягом вегетації. Інтенсивніше рослини поглинають елементи в молодому віці та в період максимального наростання листової маси.

Кореневе живлення можливе не лише із ґрунту, а й з інших субстратів. Вирощування рослин без ґрунту (у штучних поживних середовищах) називається *гідропонікою*. Субстратом для цього можуть бути промитий шлак, галька, подрібнена цегла, керамзит, вермикуліт, пластмасова кришка та інші матеріали, позбавлені отруйних речовин. Рослини вирощують і без субстрату. Такий спосіб вирощування називається *аеропонікою*. Вода та мінеральні елементи живлення подаються рослинам за допомогою періодичного автоматичного вприскування форсунками.

Для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур, природних запасів більшості елементів живлення в ґрунтах недостатньо. Для повнішого задоволення потреб рослин в елементах живлення в ґрунт вносять добрива.

Характеристика морфо-біологічної будови кореневої системи польових культур та її функції. Корені є вегетативними органами рослин, за допомогою яких вони вбирають основні елементи мінерального живлення з ґрунту, а також виводять з рослин різні сполуки. Так відбувається обмін речовин у системі ґрунт – рослина. При добре розвиненій кореневій системі рослини ефективно використовують вологу і поживні речовини ґрунту.

Корінь, який росте, має так званий **кореневий чохлак**, під ним безпосередньо розміщується **зона клітинного поділу**, а за нею – **зона росту (розтягу)** кореня, в якій клітини витягуються. В них з'являються вакуолі – порожнини в цитоплазмі клітин, що заповнюються клітинним соком. Завдяки цьому корінь заглиблюється в землю. Якщо цю зону кореня видалити, то ріст його донизу припиняється, утворюються бічні корінці. Іноді це роблять штучно з агротехнічною метою на площах насінників люцерни, при пересаджуванні розсади кормових корене-плодів та ін.

Вище зони росту розміщена **всмоктувальна зона** 0,5-2 см завдовжки. Вона густо обростає кореневими волосками – тонкими виростками клітин епідермісу 0,2-1 см у всисній зоні. Через них в рослину надходять (всмоктуються) поживні речовини разом з вологою. Це найактивніша зона кореневої системи. Кореневі волоски відмирають через кожні 15-20 днів і знову утворюються на ростучих коренях. Ці тонкі корінці – **коренева ризосфера** – проникають між ґрунтовими частинками і міцно утримують рослину в ґрунті. Коріння рослин знаходиться в оточенні ґрунтових мікроорганізмів, які утворюють своєрідний “чохол” – ризосферу, і є трофічними посередниками між ґрунтом і рослиною.

Виходячи із цього основними **функціями кореневої системи** польових культур є: запасна, видільна, провідна, механічна (утримання рослин у вертикальному положенні) та як орган вегетативного розмноження.

Основна маса коренів (65-80%) польових культур на суглинкових ґрунтах Лісостепу й Степу розміщена в шарі ґрунту до 40 см, а з урахуванням довжини коренів найбільше їх (80-85%) у шарі 20-60 см.

Важливе значення для отримання стабільних урожаїв польових культур має глибина проникнення кореневої системи в ґрунт, так корені ячменю, вівса, гороху, сої та інших культур проникають у ґрунт на глибину від 125-150 до 200 см; кукурудзи, суданської трави, соняшнику, цукрових буряків, сорго від 250-350 до 400 см. Це дозволяє рослинам, які мають глибоко проникаючу кореневу систему, використовувати запаси вологи із нижніх ґрунтових горизонтів.

Глибина проникнення коренів у ґрунт залежить не тільки від умов зволоження, а й від механічного та хімічного складу орного й підорного шарів ґрунту. Якщо на глибині 100-120 см ґрунт надмірно зволожений, то коренева система рослин формується в шарі до 100 см. За таких умов загальний обсяг кореневмісного шару менший і для отримання високого врожаю треба збільшувати норми внесення добрив.

В орному шарі ґрунту розміщується основна маса коренів польових культур. Внесення добрив на посівах злакових сприяє збільшенню маси коренів у верхньому шарі. На посівах бобових (в даному разі сої) це не спостерігається, а навпаки, загальна маса коренів може зменшуватись. Основна кількість коренів за довжиною (дрібні корінці, так звана ризосфера) розміщується в підорному шарі.

Важливе значення має коренева система як джерело поживних речовин для наступних культур. Після різних польових культур у ґрунті залишається від 35-45 до 70-100 ц/га і навіть більше корневих і стерньових решток. Так, на посівах багаторічних трав щороку залишається в ґрунті 60-80 ц/га сухої маси коренів. За 3-4 роки використання люцерни залишає 25-30 т/га органічної маси, в якій міститься 450-500 кг/га азоту, 100-120 фосфору, 350-400 кг/га калію. Кореневі рештки бобових трав (люцерни, конюшини, вики озимої і ярої, буркуну) містять у два-три рази більше азоту, значно більше фосфору і кальцію, ніж кореневі рештки злакових культур. Навіть 30-40 ц/га сухої речовини бобових культур, зокрема вики ярої і мохнатої, залишається 60-100 кг/га азоту. Крім того, в процесі вегетації значна його кількість надходить від мінералізації бульбочок та асоціативних азотфіксуючих бактерій, що містяться в ризосфері коренів. Останнє стосується не лише бобових, а й злакових та інших рослин – соняшнику, цукрових і кормових буряків та ін.

У польових культур розрізняють два типи кореневої системи – *мичкувату* (у злакових) і *стрижневу* (у бобових, хрестоцвітих та інших двосім'ядольних рослин). Зустрічаються також культури з кореневищним типом кореневої системи (хміль), у яких корені є підземними стеблами з міжвузлями, з яких відростають стебла та корені. До них відносяться переважно багаторічні кормові трави – стоколос безостий, лисохвіст лучний, мітлиця. Є також проміжні форми між мичкуватими й кореневищними рослинами (райграс пасовищний, вівсяниця (костриця) червона, тонконіг лучний).

Вегетативним центром у злакових культур є **вузол кущення**, у бобових, хрестоцвітих та інших – **коренева шийка**. Процес утворення корінців і надземних пагонів у злакових називають **кущенням**, у бобових – **пагоноутворенням**. Кущення і пагоноутворення в однорічних польових культур, крім отавних (відростаючих) кормових трав,

відбувається один раз, у багаторічних високоотавних культур – протягом усього вегетаційного періоду майже безперервно, протягом 2-5 років і більше.

Поділ культур за способами живлення. Серед культурних рослин розрізняють *автотрофи*, *бактеріотрофи* й *мікотрофи*. У природних фітоценозах трапляються також *напівпаразити* і *паразити*.

До *автотрофів* належать рослини, що тісно взаємодіють з ґрунтовими мікроорганізмами, особливо з тими, що живуть у ризосфері кореневих систем. Це так звані асоціативні мікроорганізми. Вони забезпечують засвоєння речовин, які надходять у ґрунт або залишаються в ньому після попередників. Ризосферні асоціативні мікроорганізми є також своєрідним біологічним фільтром для рослин у процесі живлення.

До *мікотрофних* належить більшість польових культур і рослин природних фітоценозів. Ці рослини мають на кореневій системі *гриб-мікоризу*.

Внаслідок обробітку ґрунту гумус поступово розкладається, поживні речовини, що вивільняються при цьому в мінеральній формі, використовуються рослинами. Особливе значення має азот органічної речовини ґрунту.

Крім органічних решток рослин і тварин, у ґрунті є багато дрібних (*мікробіоти* – бактерії, гриби, ґрунтові водорості і найпростіші організми), середніх (*мезобіота* – нематоди, дрібні личинки комах, кліщі, ногохвістки, інші дрібні організми) і більших (*макробіота* – коріння вегетуючих рослин, великі комах, дощові черви) організмів, які значною мірою впливають на життєдіяльність рослин, зокрема кореневе живлення.

Найбільше значення для вегетуючих рослин має **мікробіота** (рис. 6).

Вона зосереджена на коріннях рослин і в ґрунті, прилеглому до їх ризосфери, яка розміщується в шарі ґрунту до 60 см. Цей шар є середовищем мікробіологічної діяльності.

Біологічну активність ґрунту підтримують глибоким розпушуванням, заорюванням органічних решток, внесенням мінеральних добрив, зрошенням, дотриманням правильного чергування культур у сівозміні та їх вирощуванням у змішаних, сумісних або ущільнених посівах. При безладному (стихійному) розміщенні культур різко знижується активність *мікробіоти* та збільшується кількість небажаної *мезобіоти* – нематод, личинок кліщів, різних шкідливих комах. Найактивніша *мікробіота* біля кореневої системи бобових – люцерни, конюшини, люпину, серадели, вики мохнатої, буркуну, сої та ін.

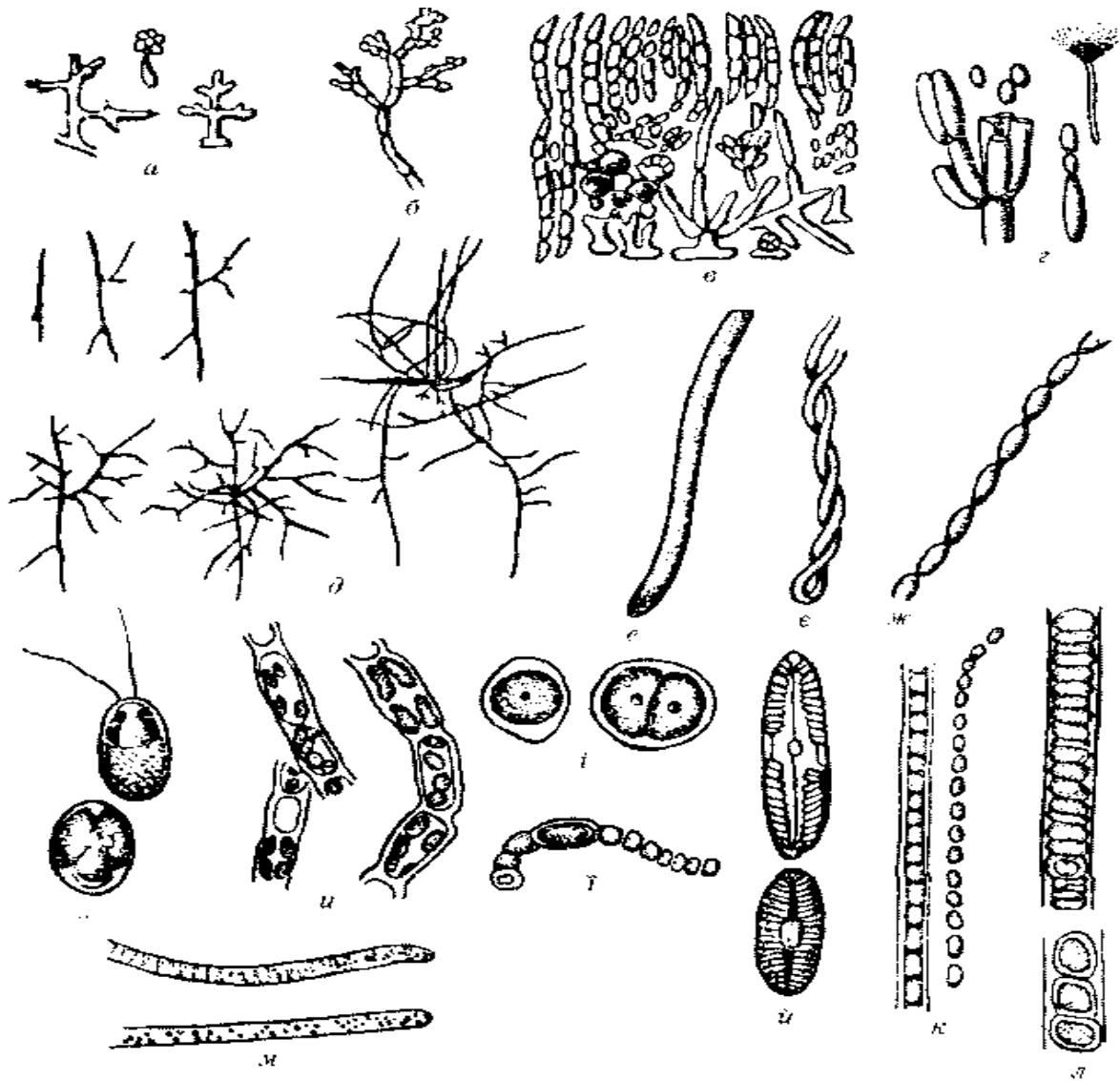


Рис. 6. Мікроорганізми ґрунту (за А.П. Шенніковим)

а - г – гриби гімофіцети; *д* – актиноміцети; *е - ж* – футляри залізобактерій; *з-л* – водорості; *м* – сіркобактерії.

У процесі розкладання гумусу мікроорганізми, крім азоту вивільняють й інші поживні речовини (фосфор, сірку, мікроелементи), а також оксид вуглецю, необхідний для фотосинтезу рослин. Наприклад, для формування врожаю озимої пшениці 50 ц/га, в період її інтенсивного росту добова потреба в CO_2 перевищує 200 кг/га. Оскільки 70% цієї кількості забезпечується за рахунок мінералізації гумусу ґрунту, органічних добрив, рослинних решток, то ця потреба залишається актуальною навіть для достатньо технічного і ресурсного забезпечення (пальне, мінеральні добрива, засоби захисту рослин, наявність необхідної техніки).

Розкладаючи коріння, післяжнивні стерньові рештки, гній, сидерати тощо, мікроорганізми підвищують вміст у ґрунті гумусу, рухомих сполук азоту, фосфору, калію, інших елементів живлення рослин. В результаті їх діяльності в ґрунті утворюються біологічні речовини, які мають властивості біокаталізаторів – ферменти, вітаміни, вільні амінокислоти, ауксини. Ці речовини активізують ростові процеси в рослині та є важливим біологічним фактором ґрунту.

Ґрунтові гриби (міко-, гіфо- й актиноміцети) добре мінералізують органічну речовину, але за умов задовільної та достатньої зволоженості ґрунту. Суттєву роль відіграють плісєневі гриби та дріжджі.

Мікориза (поєднання міцелію грибів з корінням вищих рослин) властива злаковим та іншим рослинам. **Гриб-мікориза** живиться напіворганічними рештками, мінералізуючи органічну речовину, а продукти мінералізації засвоюються рослинами. При цьому мікориза здатна поліпшувати і нейтралізувати негативні кореневі виділення рослин у сумісних посівах.

Багато трав'янистих рослин, наприклад злакові кормові трави (тимофіївка, вівсяниця та ін.) погано розвиваються без мікоризи. **Мікориза** є на коренях пшениці, особливо твердої, деяких багатолітніх і однорічних злакових (тимофіївка, вівсяниця, райграс однорічний) і навіть бобових трав (чина лучна і лісова, конюшина червона і біла та ін.). У розцвітих, селерових, хрестоцвітих і рослин – гігрофітів **мікотрофічність** виражена слабо або взагалі відсутня.

Мікотрофія найактивніша влітку і восени, малопомітна навесні і взимку, тобто в періоди, коли рослини не вегетують. Знижується мікотрофічність при внесенні значних доз добрив. Вважається, що грибні симбіонти сприяють кращому засвоєнню рослинами поживних речовин із важкодоступних сполук.

Гриби **мікоміцети** добре розвиваються на помірно вологих, добре окультурених ґрунтах. Крім бактерій, грибів, тобто безхлорофільних організмів, у ґрунті багато мікроскопічних водоростей (синьо-зелених, зелених, діатомових). Вони стимулюють життєдіяльність азотфіксуючих бактерій і таким чином беруть дієву участь в накопиченні азоту в ґрунті.

Біологічну активність ґрунту в полі можна визначити за інтенсивністю виділення з нього вуглекислоти (CO_2), яка фіксується розчином лугу. Для цього треба поставити в посів невелику посудину з лугом і накрити її посудиною більшого об'єму. Вуглекислота поглинається лугом. Концентрацію її визначають титруванням. Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті може коливатися від 300-600 до 2500-3000 млн/г.

Із **макробіоти** величезне значення мають дощові черви. Пропускаючи ґрунт через травний канал, вони збагачують його на ферменти, корисні для рослин солі, що різко посилює біологічну цінність ґрунту. **Вермикультура** – розмноження дощових червів, за допомогою яких виготовляють **вермикомпости** – цінне біологічне добриво. Останнім часом поширюється використання свого роду "**біодобрив**" – препаратів, які збагачують ґрунт на мікробіоту (бактерії, гриби, водорості), тобто на живі компоненти, які роблять ґрунт більш активним біоносним природним тілом. **Вермикультуру** можна уявити як складне біоценотичне угруповання, обмежене певним біотипом у складі культурного ландшафту.

За чутливістю до біогумусу рослини поділяють на:

- **високочутливі** – багаті на вуглеводи (картопля, морква, кормові, столові та цукрові буряки, плодові культури), при внесенні біогумусу приріст їх урожаю досягає 35% і більше;
- **дуже чутливі** (озима та яра пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго), які на біогумус реагують досить добре, приріст урожаю становить 25% і більше;
- **середньочутливі** – бобові культури (горох, кормові боби, нут, сочевиця), а також буркун, люцерна, еспарцет та ін., які задовільно реагують на біогумус і забезпечують приріст урожаю до 15%;
- **слабочутливі** – олійні та ефіроолійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр та ін.), які слабо реагують на застосування біогумусу.

Дози внесення біогумусу залежать від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермокомпості та від виду сільськогосподарських культур. **Оптимальними дозами** є 3,0-3,5 т/га біогумусу за розкидного способу внесення і 250-300 кг/га – за локального. Максимальна доза – 4 т/га.

Біогумус вносять трьома основними способами: 1) рівномірним розсіванням по поверхні ґрунту сівалкою для мінеральних добрив із зароблянням культиватором; 2) локальним внесенням у рядки під час сівби, висаджування розсади, садіння дерев; 3) підживлення рослин кореневим або позакореневим способом.

Дослідження, проведені в нашій державі, в інших країнах, засвідчують високу ефективність біогумусу для підвищення врожаю й отримання екологічно чистої продукції, причому застосування біогумусу забезпечує приріст урожаю зернових на 30-40%, кукурудзи – на 30-50, пшениці – до 20, цукрових буряків – до 20, картоплі – на 30-70, овочевих культур – до 35-70%. Біогумус також запобігає або зводить до мінімуму захворювання рослин.

Мезобіота не завжди відіграє корисну роль, оскільки нематоди, кліщі, ногохвістки тощо – це здебільшого шкідливі організми, як і дрібні личинки комах.

Найбільше біологічне й екологічне значення з **мікробіоти** мають безхлорофільні організми ґрунту – бактерії, гриби, актиноміцети, найпростіші (інфузорії, амеби, корененіжки та ін.). З поміж них дуже велике значення мають **азотфіксуючі бактерії**, оскільки задоволення потреб рослин в азоті – завдання значно складніше, ніж забезпечення їх потреб в інших мінеральних елементах. При вирощуванні високих врожаїв, навіть на родючих ґрунтах потреба рослин в азоті задовольняється лише частково, за рахунок його рухомих сполук у ґрунті (від 30-40 до 60 %).

В атмосфері знаходяться необмежені запаси азоту (біля 78% об'ємної частки атмосферного повітря), але рослини не можуть засвоювати вільний азот повітря через неспроможність переборювати сили зчеплення атомів у його молекулі. Одним із джерел надходження азоту в ґрунт є зв'язування атмосферного азоту мікроорганізмами, які, на відміну від рослин, здатні окислювати молекулярний азот. Джерелом поповнення азоту в ґрунті є також мінеральні азотні добрива – продукт промислового зв'язування молекулярного азоту атмосфери.

Бактеріотрофні рослини характеризуються симбіозом з азотфіксуючими бульбочковими бактеріями (рис. 7).

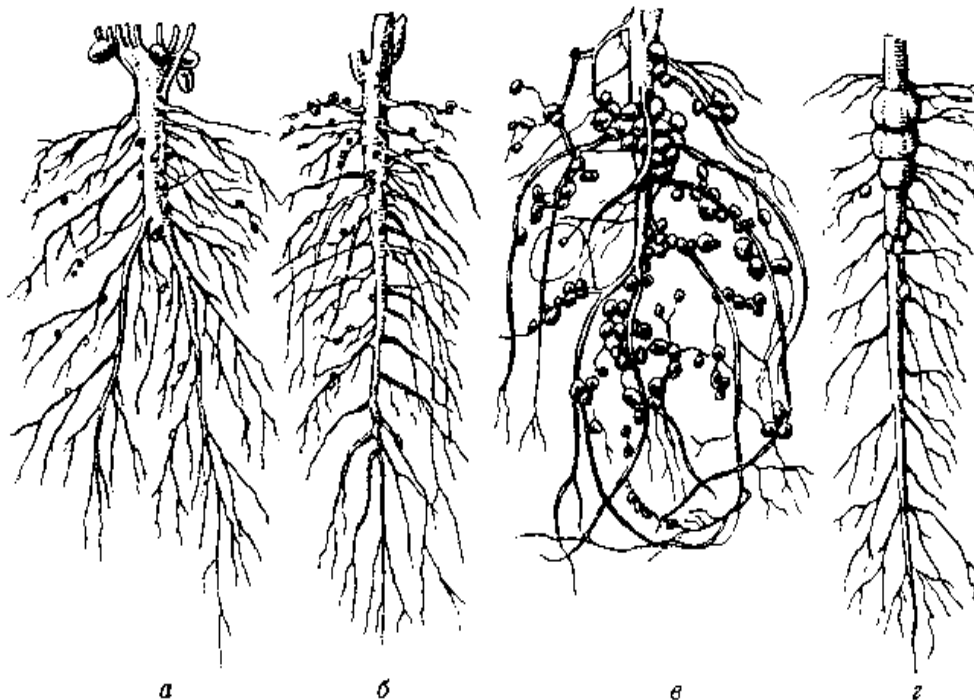


Рис. 7. Бульбочки на коренях бобових культур:

а – конюшини червоної (лучної); б – квасолі, в – сої; г – люпину

Найбільшою мірою цей симбіоз спостерігається у бобових рослин, але можливий і в злакових, зокрема у тимофіївки лучної, лисохвосту лучного, тонконога лучного та інших злакових трав.

Проте даних про рівень фіксації ними азоту майже немає. Надзвичайно перспективним є створення штучних **азотфіксуючих симбіозів** бактерій з небобовими культурами за використання принципів паранодуляції (Umarov M.M., 2003; Надкернична О.В., 2003).

Розрізняють два види азотфіксації молекулярного азоту повітря: **симбіотичну** й **асоціативну**.

Симбіотична азотфіксація здійснюється бульбочковими бактеріями, які перебувають у тісному симбіотичному зв'язку з бобовими рослинами. Бобові рослини, на коренях яких розвинені бульбочкові бактерії, певною мірою забезпечують азотом і небобові рослини, що ростуть поряд.

Симбіоз бобових культур із бульбочковими бактеріями можливий лише за умови поєднання рас і штамів бульбочкових бактерій з відповідними бобовими культурами. Так, люцерна інфікується лише штамми бульбочкових бактерій, які перебувають у симбіозі з буркуном (Rh. Meliloti), конюшина – штамми Rt. trifolia. Кращі результати при вирощуванні сої дає обробка її насіння штамми Bradirhisobium. При цьому посилювалось накопичення в зерні білка, збільшувався вміст у ньому глютамінової кислоти. Цей симбіоз сприяє також підвищенню родючості ґрунту і врожайності наступних культур сівозміни, оскільки в ґрунті залишаються кореневі та стерньові рештки, багаті на азот, фосфор, кальцій, калій та інші макро- й мікроелементи.

Важливою умовою азотфіксації є наявність у бульбочках леггемоглібіну – залізо-протеїну, який надає бульбочкам рожевого кольору. Тому рожевий колір, великий розмір бульбочок, розміщення їх ближче до центра кореневої системи свідчить про те, що **азотфіксація** відбувається **активно**. Дрібні світлі бульбочки, розміщені по периферії кореневої системи, фіксують мало азоту.

Зернобобові культури засвоюють значно менше азоту повітря, ніж багаторічні бобові трави внаслідок того, що в них інтенсивна фіксація азоту продовжується протягом 1,5-2 місяців, а у багаторічних трав – 3-4 місяці. Багаторічні й однорічні бобові трави, нагромаджують до 200 кг/га азоту і більше, а інколи і до 600 кг/га азоту, але це в країнах, де є умови для цілорічної вегетації рослин. Для гороху цей показник в середньому становить 40-60 кг/га.

Серед однорічних культур найбільшу азотфіксацію має люпин білий, кормові боби та соя. При урожайності 300-350 ц/га зеленої маси люпин білий може засвоїти з повітря до 200-220 кг/га азоту, в той же час люпин жовтий при такій самій продуктивності фіксує на 40-80 кг/га азоту менше.

Погана аерація, підвищена кислотність ґрунту, вміст у ньому сполук алюмінію і заліза, нестача вологи утруднюють діяльність бульбочкових бактерій.

Для кращої азотфіксації насіння бобових перед сівбою обробляють (**інокулюють**) ризоторфіном, що містить спеціальні штами бульбочкових бактерій. Ефективність обробки значною мірою залежить від вірулентності бактерій (здатності проникати в корені бобових) і конкурентоздатності щодо місцевих форм бульбочкових бактерій.

Велике значення для родючості ґрунту мають також гриби **актиноміцети, плісняві, дріжджові**, які використовують органічну речовину (навіть на кислих ґрунтах), целюлозу та інші органічні сполучи ґрунтів, білки, вільні амінокислоти, БЕР, крохмаль і перетворюють їх на мінеральні речовини.

Асоціативна азотфіксація сприяє підвищенню врожайності також небобових рослин за рахунок вільноживучих азотфіксуючих організмів, які розмішуються в зоні ризосфери і на корінні цих рослин. Існує близько 14 груп цих бактерій. Найактивніша азотфіксація в асоціативних мікроорганізмів відбувається у ризосфері рослин у період їх активного росту. Висока азотфіксація спостерігається у таких груп бактерій, як *Achroaobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsciella*, *Mycobacterium*, *Pseudomonae*, *Rhadospirillum*, *Spirillum* та ін.

Велике значення мають вільноживучі в прикореневій зоні рослин **асоціативні бактерії** – азотобактер, нітрозомонас, нітробактер та ін. Найпоширеніші з них **азотобактер** і **нітрозомонас**. Перший засвоює азот повітря, використовуючи енергію органічних сполук, другий – перетворює аміак на нітрити, які потім окислюються нітробактером до нітратів, котрі добре засвоюються рослинами. Ці бактерії живуть при нейтральній, слабколужній або слабкокислій реакції ґрунтового розчину, на добре аерованих, з оптимальною температурою ґрунтах. На холодних, кислих торфоболотних ґрунтах і при нестачі вологи азотобактер практично не розвивається або його вплив на родючість ґрунту і ріст рослин мінімальний.

Асоціативні бактерії у процесі вегетації впливають на ріст рослин, структуру посіву, врожайність так само, як і азотні мінеральні добрива. Причому їх діяльність посилюється на фоні помірного удобрення азотом.

При вирощуванні пшениці, її рослини за рахунок асоціативних азотфіксуючих бактерій використовують близько 40-60 кг/га азоту. Дослідами, проведеними в Канаді з пшеницею, встановлено, що рослини за рахунок асоціативних бактерій можуть задовольняти свою потребу в азоті на 20%.

Звичайно в агроecosистемах існує природна симбіотична й асоціативна азотфіксація. Тому потрібно створювати умови для її активізації, підбирати сорти, забезпечувати оптимальні умови вегетації. Велике значення має застосування ефективних штамів азотфіксаторів.

Економічно розвинені країни, які в принципі мають можливість виготовляти і застосовувати будь-які добрива, особливо азотні (зважаючи на невичерпність сировини для їх виробництва), сьогодні проявляють зацікавленість у мікробіологічних засобах інтенсифікації виробництва. Це обумовлено як суто економічними міркуваннями, так і вимогами щодо збереження довкілля.

В останні роки в США, Ізраїлі, Індії, Бразилії та інших країнах досить інтенсивно застосовують біологічні препарати на основі відселекціонованих мікроорганізмів, інтродукція яких у кореневу зону рослин протягом певного вегетаційного періоду забезпечує більш комфортний розвиток сільськогосподарських культур. В нашій країні також зареєстровано декілька вітчизняних препаратів: **ризобофіт** (на основі *Rhizobium* spp., для бобових культур), **клепс** (на основі *Klebsiella* spp.) для кукурудзи і гречки, **поліміксобактерин** (на основі *Paenobacillus polymyxa*) та **альбобактерин** (на основі *Achromobacter album*) для цукрового буряка. Крім того, на стадії завершення перебуває розробка з десятка інших мікробних препаратів для низки сільськогосподарських культур.

Мікробні препарати, при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дії. Достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише на 60-70% (А.В. Хотянович, 1991). На ефективність бактеріальних препаратів може негативно вплинути вологість та температура ґрунту. Наприклад, висівання бактеризованого насіння у сухий чи холодний ґрунт не дасть позитивного ефекту від інокуляції. Тому вкрай необхідно розробити біопрепарати або способи їх використання, які б забезпечували високу і стабільну їх ефективність, поєднували в собі азотфіксуючу дію та рістстимулюючий ефект.

Збільшення коефіцієнтів використання добрив рослинами.

Відомо, що засвоєння азотних добрив рослинами не перевищує 45-50%, фосфорних – 20%, калійних – 25-60%, залежно від культури і типу ґрунту. При розрахунках необхідної кількості мінеральних добрив (наприклад, за виносом NPK) враховуються відповідні показники ступеня засвоєння біогенних елементів. Переважна кількість добрив при цьому “планується” не для живлення рослин, а для забруднення довкілля. Інтродукуючи ж агрономічно-цінні мікроорганізми з підвищеною специфічною активністю, зокрема фітостимулювальною, ми можемо істотно збільшити коефіцієнти використання добрив. Це здійснюється за рахунок надходження до рослини фітогормонів бактеріального походження в оптимальній кількості і в збалансованому вигляді, їх впливу на ризогенез, адсорбційну здатність коріння та додатковий синтез окремих ферментів.

Відсутність у кореневій зоні сільськогосподарських культур корисної специфічної мікрофлори провокує захоплення цієї екологічної ніші іншими, нетиповими мікроорганізмами, в т.ч. патогенними. З огляду на це, екологічна (як і економічна) доцільність бактеризації сільськогосподарських культур не викликає сумніву. **Корисні ґрунтові мікроорганізми**, заселивши ризосферу рослин, тривалий час не допускають патогенні мікроорганізми до інфікування рослин.

Навіть у роки епіфітотій деяких захворювань, передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами сприяла затримці розвитку хвороби на 2-3 тижні, що суттєво позначалось на урожайності культур. Слід також сказати, що насіння, одержане з бактеризованих рослин, є менш зараженим збудниками хвороб, особливо грибних, що дуже важливо як при зберіганні зерна та застосуванні в насінництві, так і у випадку використання його на харчові потреби.

Нині розроблено препарати, які містять активні й ефективні штами бульбочкових та асоціативних азотфіксаторів.

Ризоторфін – бактеріальний препарат, який містить високоефективні штами бульбочкових бактерій. Це – сипка маса з вологістю 50-55%. В 1 г препарату міститься до 2,5 млрд. активних бульбочкових бактерій. Він підвищує врожайність зернобобових, одно- і багаторічних бобових трав. Для кожного виду і навіть сорту підбирають певні штами бульбочкових бактерій. При їх застосуванні підвищується стійкість бобових проти бактеріальних хвороб.

Ризоагрін – препарат асоціативних азотфіксуючих бактерій для обробки насіння рису й пшениці. Підвищує стійкість рослин проти хвороб (економія 40-60 кг/га азоту добрив).

Ризоентерин – препарат асоціативних азотфіксаторів для перед-посівної обробки насіння озимого і ярого ячменю, а також рису. Економія азоту добрив 30-40 кг/га). Врожайність після його застосування підвищується на 10-15%.

Флавобактерин – препарат асоціативних азотфіксаторів для підвищення врожайності кормового сорго, пшениці, цукрових буряків, кормових трав (економія азоту 30-40 кг/га). Посилює засвоєння поживних речовин рослинами, знижує захворюваність їх на фузаріоз, ризоктоніоз.

Мізорин підвищує врожайність і якість урожаю сорго, кормових трав, картоплі, а також вбирну здатність коріння, продукує фізіологічно активні речовини, знижує захворюваність рослин на фузаріоз і ризоктоніоз.

Азоризин – препарат бактерій азоспірил для проса. Різко підвищує нітрогеназну активність коренів, забезпечує приріст врожайності, поліпшує амінокислотний склад зерна.

Всі ці препарати екологічно чисті, безпечні для людей і тварин.

Аналогічно асоціативним азотфіксаторам, які засвоюють азот із атмосфери, багато мікроорганізмів можуть перетворювати **нерозчинні форми фосфатів ґрунту на легкозасвоювані рослинами**. До таких мікроорганізмів належать різні бактерії, стрептоміцети, гриби та ін. До них, зокрема, відносяться роди *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Penicillium*, *Aspergillus* тощо. Фосфати ґрунту розчиняються різними кислотами, в тому числі вуглекислою:



Мобілізація фосфатів відбувається і в результаті утворення мікроорганізмами різних органічних кислот, кетокислот при бродінні або неповному окисленні вуглеводів. Фосфати перетворюються на розчинні форми і в результаті діяльності **нітрифікуючих бактерій**, які утворюють азотну кислоту, та бактерій, що окислюють сірку. На цій основі давно створено препарат **фосфробактерин**, який містить активну форму спороносної бактерії, що руйнує фосфорорганічні сполуки і перетворює їх на доступні для рослин форми. Активність фосфробактерину не знижується при внесенні фосфорних добрив. При цьому посилюється ріст кореневої системи, підвищується продуктивність рослин.

Важливе значення для забезпечення рослин фосфором має **ендомікориза**. При інфікуванні ендомікоризними грибами бобових

(люцерни, вики, конюшини, сої), спостерігаються посилене надходження фосфору в рослини та активізація симбіотичної азотфіксації. У сівозміні певні рослини сприяють розвиткові цих грибів (узагальнено їх називають везикулярно-арбускулярною мікоризою – ВАМ), а деякі негативно впливають на них. Наприклад, ріпак, гірчиця, редька олійна, люпин, які імунні до ендоефітів. Ці культури зменшують кількість аборигенної мікоризи, а зернові і бобові культури впливають на неї позитивно, збільшуючи кількість спор.

Гектарна норма біостимуляторів, що забезпечує високі показники, надзвичайно мізерна і становить декілька міліграм. Ці препарати застосовують у вигляді водних розчинів сумісно із протруйниками, якими обробляють насіння культур. Цього достатньо, щоб підвищити у зернових вміст клейковини, у цукрових буряків – цукристість, у картоплі – розмір бульб та вміст крохмалю.

Використання мікробіологічного арсеналу в екологічному рослинництві дасть змогу істотно скоротити кількість застосовуваних дорогих і екологічно несприятливих азотних та фосфорно-калійних мінеральних добрив

4.3. Вплив ґрунтово-кліматичних чинників на мінеральне живлення рослин

Коливання вологості, температури і разом з ними умов біологічних, хімічних і фізичних процесів у ґрунті позначається на вмісті в ньому елементів живлення.

Вода – основна складова частина ґрунтового розчину, яка чинить визначальний вплив на рух елементів живлення і їх надходження в рослини. Між забезпеченням рослин водою і кількістю доступних елементів живлення існує прямий зв'язок.

Амоніфікація відбувається за більших градієнтів температур і вологості ґрунту, ніж нітрифікація, яка йде лише під впливом специфічної групи нітрифікуючих бактерій. Оптимальна **температура** мінералізації азоту – +28...+32°C, оптимальна вологість – у межах польової вологоємності. Температурний оптимум для утворення нових органічних речовин (**гуміфікації**) дещо нижчий, ніж для мінералізації; це ж стосується і вологості ґрунту.

Підвищена мінералізація органічних речовин і вивільнення мінерального азоту за сприятливих за температурою та вологістю ґрунту умов може призвести до втрат азоту з ґрунту, забруднення дренажних, поверхневих і ґрунтових вод насамперед нітратами.

Максимальне вимивання нітратів спостерігається під час весняного сніготанення, а також після сильних дощів (інтенсивністю понад 10 мм на добу). Надлишок вологи негативно позначається на утворенні нітратів і поглинанні їх рослинами, при цьому інтенсифікується діяльність денітрифікуючих бактерій, що призводить до втрат азоту у вигляді N_2 , N_2O , NO .

Накопичення нітратів у рослинах збільшується за недостатнього **освітлення** через зниження синтезу вуглеводів, які зв'язують відновлений із нітратів амоній, та нестачу енергії для відновлювальних реакцій. Засвоєння елементів живлення за слабого освітлення знижується, що призводить до зменшення швидкості фотосинтезу.

За достатньої кількості **вологи** поглинання рослинами фосфору випереджає поглинання калію й особливо азоту, і навпаки, посуха негативно впливає на надходження фосфору. В несприятливих умовах поглинання елементів живлення з ґрунту та органічних добрив знижується менше, ніж з мінеральних добрив.

Різні культурні рослини характеризуються неоднаковою здатністю кореневої системи щодо вбирання з ґрунту та добрив поживних речовин. **Дуже низьку здатність до засвоєння фосфору** з важкорозчинних сполук має ячмінь; **низьку** – пшениця й овес; **відносно високу** – жито, кукурудза; **високу** – картопля, цукрові буряки, конюшина червона, гірчиця; **дуже високу** – люцерна, горох, люпин, гречка. Інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами залежить від реакції ґрунту. Більшість культурних рослин краще розвивається на слабо кислих і нейтральних ґрунтах.

За низьких температур надходження в рослини азоту і фосфору істотно ослаблюється. Так, надходження азоту і фосфору в рослини за температури ґрунту $5^{\circ}C$ в 3 рази менше, ніж за температури $20^{\circ}C$. За зниженої температури посилюється відносно засвоєння кальцію і магнію, але ослаблюється поглинання калію.

Вплив метеорологічних умов на поглинання рослинами елементів живлення на малородючих ґрунтах помітніший, ніж на достатньо забезпечених мінеральними речовинами ґрунтах.

Відношення рослин до родючості ґрунту. За відношенням до родючості ґрунтів польові культури поділяють на рослини **родючих, середніх і бідних ґрунтів** – відповідно **еутрофи, мезотрофи** й **оліготрофи**. До **еутрофів** належать культури, які добре ростуть лише на родючих ґрунтах (пшениця, гарбузи, кавуни, просо, суданська трава, люцерна, цукрові буряки, кукурудза, сорго та ін.).

Мезотрофні культури (конюшина, еспарцет, тимофіївка лучна, вівсяниця лучна, буркун білий, горох, боби та ін.) задовільно і добре ростуть на ґрунтах із середньою родючістю, але відчутно реагують на внесення добрив.

До **оліготрофних** рослин, які задовільно або добре ростуть на бідних піщаних, супіщаних і опідзолених ґрунтах, належать переважно бобові – вика озима (мохната), вика паннонська, серадела, люпин, буркун, лядвенець рогатий та ін. У них досить виражена азотфіксуюча дія бульбочкових бактерій, але разом з тим високі врожаї таких культур, як горох, чина, нут, буркун, мають лише на родючих ґрунтах. Так само, як і злакові культури, що добре реагують на внесення азотних добрив.

Велике значення для рослин має **реакція ґрунту**. Від неї залежать інтенсивність засвоєння поживних речовин рослиною і мікробіологічних процесів, мінералізація органічних речовин, ефективність внесених добрив. Більшість культурних рослин та мікроорганізмів краще розвиваються при слабко кислій і нейтральній реакції ґрунту. Рослини по-різному реагують на реакцію середовища й характеризуються неоднаковою чутливістю до відхилень її від оптимальної.

За відношенням до **кислотності ґрунту** рослини поділяють на такі групи:

♦**дуже чутливі** – люцерна, еспарцет, конопля, конюшина, гірчиця, ріпак, капуста, цибуля, часник, перець, столові, цукрові та кормові буряки, смородина, капуста; ці рослини дуже позитивно реагують на вапнування кислих ґрунтів підвищеними нормами вапна. Вони добре ростуть при нейтральній і слабко лужній реакції (рН 7-8);

♦**середньо чутливі** – озима і яра пшениця, ячмінь, кукурудза, квасоля, горох, вика, соняшник, соя, кормові боби, конюшина, цибуля, салат, яблуня, слива, вишня; добре реагують на вапнування кислих ґрунтів помірними нормами вапна. Вони краще ростуть при слабокислій і нейтральній реакції ґрунту (рН 6-7);

♦**малочутливі** – овес, жито, просо, гречка, льон, кабачки, гарбузи, помідори, морква, редька, малина, тимофіївка, томати, агрус, груша; витримують помірну кислотність і позитивно реагують на вапнування невеликими нормами вапна, негативно реагують на підвищений вміст кальцію;

♦**стійкі** – люпин, картопля, бруква, щавель, серадела; добре витримують підвищену кислотність, слабко реагують на вапнування. Ці культури ростуть у широкому інтервалі рН від слабко лужної (7,5) до кислої (4,7) реакції. Оптимальне рН для них 5,5-6.

Для льону та картоплі оптимальне рН 5-6,5, для люпину синього й жовтого, серадели – 4,5-5.

Чутливість рослин до реакції ґрунтового середовища з їх віком зменшується. За допомогою хімічної меліорації ґрунтів створюють оптимальні умови для розкриття рослинами своїх потенційних можливостей.

Для високої біологічної активності ґрунту треба забезпечувати нейтральну або близьку до неї слабокислу чи слаболужну реакцію ґрунтового розчину, тому що більшість мікроорганізмів, особливо бактерії і деякі гриби, не розвиваються в кислому середовищі (при $\text{pH} < 4,5-5,0$). Є бактерії і гриби, які можуть розвиватися і в підкисленому середовищі, але вони не мають великого значення для живлення рослин.

4.4. Види та системи застосування добрив

При науковій організації застосування органічних і мінеральних добрив, вони не впливають негативно на навколишнє середовище та якість сільськогосподарської продукції. Навпаки, сприяючи розвитку потужного асиміляційного апарату рослин, знижують вміст вуглекислоти в повітрі, а також рівень екологічного забруднення та наявної шкідливої мікрофлори. Тривале застосування органічних і мінеральних добрив, на фоні періодичного вапнування кислих ґрунтів дає змогу значно поліпшити потенційну та ефективну родючість ґрунтів. Хімізація різко поліпшує фітосанітарний стан сівозмін, дає можливість ефективніше боротися з бур'янами, хворобами і шкідниками.

Регулювання родючості ґрунту в інтенсивному землеробстві спрямоване на відновлення запасів органічної речовини в ґрунті, що досягається, насамперед, шляхом використання органічних добрив, виробництво яких останнім часом різко знизилось, за рахунок скорочення поголів'я тварин.

Істотним джерелом органічної речовини можуть бути також осади стічних вод, вихід яких на міських очисних спорудах досягає близько 20 млн. т щороку, а також до 10 млн. т міського сміття. Ці добрива на даний час використовуються незадовільно, бо їх застосування для удобрення пов'язане з додатковими витратами на компостування, знезаражування, зменшення вмісту важких металів тощо.

Якість органічних добрив оцінюється перш за все кількістю в них поживних речовин. Чим більший у них вміст азоту, фосфору й калію, тим меншими будуть оптимальні дози в абсолютних величинах і транспортні витрати. У зв'язку з різноманітністю органічних добрив

і відсутністю аналітичної бази, наводимо середні показники хімічного їх складу, що полегшить спеціалістам встановлення оптимальних доз під ту чи іншу культуру (табл. 21).

21. Середній хімічний склад різних видів органічних добрив, які виробляють на Україні (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Вміст води, %	Вміст на сиру речовину, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Підстилковий гній великої рогатої худоби	65	0,50	0,25	0,60
Пташиний послід:				
термічно висушений	20	3,0	3,5	1,2
підстилковий	65	1,2	0,64	0,60
безпідстилковий напіврідкий	85	1,0	0,40	0,35
рідкий	92	0,8	0,36	0,26
Сапропелі	65	0,9	0,10	0,06
Осади стічних вод:				
міських очисних споруд	60	0,8	0,15	0,06
шкіряних підприємств	60	1,0	0,20	0,05
первинної обробки вовни	60	0,52	0,17	0,84
Компости з міського сміття	30	0,8	0,5	0,4
Торфогнойові компости	60	0,40	0,20	0,30
Напіврідкий гній:				
великої рогатої худоби	90	0,40	0,13	0,30
свиней	90	0,60	0,20	0,27
Рідкий гній:				
великої рогатої худоби	92	0,20	0,15	0,17
свиней, стічні води птахофабрик	96	0,20	0,10	0,16
Механічний розподіл гною:				
рідка фракція ВРХ неосвітлена	98,6	0,14	0,06	0,10
рідка фракція ВРХ освітлена	99,2	0,06	0,03	0,07
рідка фракція гною свиней	99,3	0,11	0,03	0,12
тверда фракція гною ВРХ	81,7	0,37	0,11	0,13
тверда фракція гною свиней	78,0	0,50	0,25	0,20
Продукти біологічної переробки стічних вод великих тваринницьких комплексів:				
гнойові стоки до розподілу	98,0	0,20	0,15	0,06
надлишковий активний мул	97,2	0,19	0,11	0,13
тверда фракція	78,0	0,37	0,09	0,04
осад вертикальних відстійників	92,7	0,30	0,17	0,04
біологічно очищені стоки	99,7	0,02	0,02	0,02

Проте, при недотриманні оптимальних доз і строків внесення цих добрив, особливо складних, за санітарно-гігієнічними показниками можливий негативний вплив на навколишнє середовище.

Порушення балансу поживних речовин загрожує виснаженням ґрунтів і різким зниженням урожаю. Ось чому для землеробства надзвичайно велике значення має використання мінеральних добрив та кальційумісних меліорантів.

На Україні певний період слід віддати перевагу фосфорним і калійним добривам, а після досягнення середнього і підвищеного рівня перейти на підтримуюче удобрення. На найближчу перспективу для Полісся і Лісостепу слід вважати оптимальним співвідношенням 1:0,8:1, а для Степу – 1:0,7:0,3.

З точки зору впливу на якість продукції важливе значення має асортимент мінеральних добрив – корисні, баластні й шкідливі домішки, що містяться в них і можуть у тій чи іншій мірі впливати на хімічний чи якісний склад продукції. В таблицях 21, 22, 23 представлено основні властивості простих мінеральних добрив.

Майже всі азотні добрива (табл. 22), що випускає сучасна промисловість, є хімічно або фізіологічно кислими. Для нейтралізації їх кислотності встановлено норми вапна, які слід використовувати при внесенні цих добрив.

Рідкі азотні добрива мають властивість втрачати аміак через випаровування. В зв'язку з цим, треба уникати контакту їх з відкритим повітрям, механізаторам дотримуватися встановлених правил безпеки при внесенні добрив, загортаючи їх негайно в ґрунт на глибину не менше 10 см. Тоді втрати азоту не перевищують 5%, в той час як при мілкому загортанні на глибину до 5-7 см вони досягають 80%.

22. Основні властивості азотних добрив (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Хімічна формула	Вміст азоту, %	Потреба CaCO_3 для нейтралізації кислотності ґрунту, ц
Рідкий аміак	NH_3	82	1,47
Водний аміак	NH_4OH	18-20,5	0,36
Сульфат амонію	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20,8-21,0	1,13
Сульфат амонію-натрію	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	17,5	0,9
Аміачна селітра	NH_4NO_3	34	0,74
Карбамід	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46	0,83

Слід рахуватися з небажаними домішками, що містяться в карбаміді – біуретом, надмірна кількість якого призводить до зменшення схожості насіння. Найбільш небезпечною є його концентрація, що досягає 5%.

Фосфорні добрива (табл. 23) за ступенем розчинності поділяють

на три групи: 1 – водорозчинні, легкозасвоювані рослинами – суперфосфати; 2 – нерозчинні у воді, але розчинні в лужному цитратному розчині або слабких кислотах – фосфатшлаки, знефторений фосфат; 3 – важкорозчинні, майже нерозчинні в слабких кислотах – фосфоритне і кісткове борошно. Водорозчинні фосфати становлять близько $\frac{3}{4}$ загального обсягу виробництва фосфорних добрив.

23. Основні властивості фосфорних добрив (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Хімічна формула	Вміст P_2O_5 , %
Суперфосфат простий	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$ з домішкою вільної H_3PO_4	19-20 \pm 1
Суперфосфат гранульований	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$ з домішкою вільної H_3PO_4	20 \pm 1
Суперфосфат подвійний	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ з домішкою H_3PO_4	49 \pm 1
Фосфатшлак	$4CaO \cdot P_2O_5 + 4CaO \cdot P_2O_5 \cdot CaSiO_3$	10-12
Фосфоритне борошно	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$ з домішкою $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$	19-30

Основним компонентом фосфатних руд є трикальційфосфат із складу мінералів апатитової групи $3Ca_3 \times CaX_2$, де X може бути у вигляді F^- , Cl^- , OH^- . Природні фосфатні руди мають домішки інших мінералів – MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , в певній кількості у вихідній сировині є домішки фтору, стронцію, кадмію та інших важких металів, які внаслідок переробки можуть потрапляти в готову продукцію.

З 1 т фосфатної сировини в навколишнє середовище надходить від 80 до 100 кг фтору, 30-40 – стронцію, 20-25 кг – окисів урану, торію та інших рідкоземельних елементів. Різні види фосфорних добрив мають відповідно і різний вміст елементів. Так, в 7 різновидах суперфосфату містилося кадмію від 1,6 до 4,5 мг/кг, у фосфоритному борошні – 26,8, гіперфосфаті – 39,5 мг/кг. Вміст урану в суперфосфаті становить 114, фосфоритному борошні – 516 мг/кг. При надмірному внесенні фосфорних добрив у теплицях відмічено підвищення вмісту в ґрунті кадмію на 53-123%, урану – на 75, радію – на 10-70%. Лише при використанні в оптимальних співвідношеннях доз фосфорних добрив не існує небезпеки підвищення гранично допустимих концентрацій кадмію, урану і радію в ґрунтах.

Фтор характеризується високою хімічною активністю і є небезпечним для здоров'я людей і тварин. Фоновий вміст його в зелених частинах рослин, що ростуть у незабрудненій зоні, не перевищує 10 мкг/г. Більш висока концентрація фтору свідчить про наявність забруднення ним ґрунту.

Використання худобою кормів з концентрацією фтору 15-30 мг/кг протягом періоду від 3-4 місяців до 6 років не призводило до захворювання фторозом. Перші симптоми хронічного фторозу проявилися при концентрації фтору в кормах 30-40 мг/кг. У США гранично допустима його концентрація у воді для напування худоби становить 2 мг/л, у нашій країні – 1,5 мг/л.

Основним джерелом забруднення ґрунту, вод природних водойм, продукції рослинництва є необґрунтовано високі дози фосфорних добрив при їх систематичному застосуванні. Апатити з 16-34% фосфору містять до 3,8% фтору. В фосфатній руді може міститися 3-4% фтору, в ґрунті – 0,15%, воді – 0,015 г/л. Високий вміст його в амофосі (3,5-4%). У простому і подвійному суперфосфаті – до 1,5%. У ґрунтовий розчин надходить 6-8 кг фтору при внесенні лише P_{60-80} . При правильному використанні фосфорних добрив зазначені негативні властивості не впливають на якість продукції і корисна дія фосфорних добрив незаперечна.

Калійні добрива (табл. 24) виготовляють з гірських порід, що складаються з хлоридів, сульфатів і силікатів з домішками глинисто-карбонатних порід, які містять бром, йод, рубідій, мідь, цинк тощо. Основна сировина – сильвініт, механічна суміш сильвіну (KCl) і галіту (NaCl) та каїнітні ($KCl \cdot Mg_2SO_4 \cdot 3H_2O$) і лангбейнітові ($K_2SO_4 \cdot 2Mg SO_4$) породи.

24. Основні властивості калійних добрив (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Хімічна формула	Вміст K_2O , %
Хлористий калій	KCl з невеликою домішкою NaCl	53,9-62,5
Хлористий калійелектроліт	KCl з домішкою NaCl і $MgCl_2$	45
Калій сірчаноокислий	K_2SO_4	48-50
Калімагnezія	$K_2SO_4 \cdot Mg SO_4 \cdot 6H_2O$	Не менше 28
Калійна сіль (змішана 40%)	KCl + NaCl	Не менше 40
Каїніт	$KCl \cdot Mg SO_4 \cdot 3H_2O$, NaCl до 50%	Не менше 14

Калійні добрива поділяють на 3 групи: 1) сирі калійні добрива – каїніт, сильвініт; 2) калійні солі, що одержують змішуванням сирих калійних солей з хлористим калієм – 30-40%-ні калійні солі; 3) концентровані добрива, що є продуктом заводської переробки – хлористий калій, сірчаноокислий калій, сульфат калію і магнезії (калімагnezія) та

деякі ін. Ряд домішок – натрій, магній і сірка виступають корисними компонентами, що при помірних кількостях сприяють формуванню врожаю і поліпшенню його якості.

Дані добрива характеризуються значною кількістю й інших супутніх елементів, які при інтенсивному застосуванні та навіть при їх виробництві стають забруднювачами навколишнього середовища. Так, у процесі промислового виробництва різних калійних добрив утворюється значна кількість відходів (до $\frac{3}{4}$ від переробленої сировини). Наприклад, при одержанні хлористого калію з сильвініту флотаційним та галургічним методом утворюються галітові відвали (відходи), глинисто-сольові шлами, а також пило-газові викиди. На 1 т виробленого хлористого калію припадає приблизно 3-4 т галітових відходів. Вони містять хлорид натрію (до 90%), хлорид калію (до 9%), невелику кількість хлористого магнію, сірчаноокислого кальцію, бром, алюмосилікатів, карбонатів заліза і кальцію, солей калію, натрію, титану, міді, бору, марганцю та ін.

При дії на солевідвали атмосферних опадів, конденсаційної вологи, а також при їх самоущільненні утворюється ропа (розсіл) з вмістом солей до 300 г/л. Вона проникає в підземні води і, досягнувши водоупору, поширюється в горизонтальному напрямі до виходу підземних вод на поверхню. Про забруднення річок галітовими відходами і глинисто-сольовими шламами свідчить те, що вище за течією річок від місця розташування калійних підприємств в 1 л води міститься 0,002-0,05 мг рубідію, 1-3 – калію, 2-14 – натрію, 2,35 – магнію, 7-8 мг – кальцію, тоді як нижче за течією концентрація рубідію досягає 0,5-1,5 мг, інших елементів у десятки і сотні разів більше.

Крім основного поживного елемента, калійні добрива містять різні домішки. В асортименті калійних добрив основну роль відводять хлористому калію (до 60% K_2O), значно меншу – безхлорним формам (до 48% K_2O) і 40%-м калійним солям (40% K_2O). Компоненти калійних добрив – сірка і магній часто позитивно впливають на врожай і якість сільськогосподарської продукції.

Баластні елементи – хлор, натрій бувають корисними для росту і розвитку рослин, але при систематичному внесенні підвищених доз добрив, вони можуть нагромаджуватися у ґрунті в значній кількості й негативно впливати на його властивості – родючість, величину і якість урожаю, а, мігруючи в підґрунтові води – підвищувати в них концентрацію солей.

В останні роки все більше уваги приділяють захисту

навколишнього середовища від забруднення важкими металами, серед яких мікроелементи Zn, Mn, Cu, Co і токсичні метали – кадмій, ртуть, свинець, які в тій чи іншій кількості можуть бути наявними в калійних добривах. Загроза забруднення ґрунтів металами при внесенні калійних добрив, як вважають дослідники, невелика. Але не можна і повністю виключати небажані наслідки, зважаючи на те, що важкі метали можуть нагромаджуватися в живих організмах.

Складні комплексні добрива містять два і більше основних елементів живлення, в них менше баластних речовин, ніж у простих добривах, а сума діючих речовин коливається від 30 до 70% ($N+P_2O_5+K_2O$) і перебуває переважно у водорозчинній формі (табл. 25).

Враховуючи те, що ціни на добрива значно підвищилися і ця тенденція буде зберігатися і надалі, в кожному господарстві слід замислитися, які добрива треба придбати для основного внесення, а які – в рядки для сівби або в ямки при садінні (локальне внесення).

25. Основні властивості комплексних добрив

(Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Вміст N, %	P ₂ O ₅ , %		K ₂ O, %	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O, %
		засвою- ваний	водороз- чинний		
Амофос, марка А	12±1	52	48	–	64
Б	11±1	44	36	–	55
Нітрофоска	11	10	6,1	11	32
Нітрофос, марка А	23±1	17±1	7	–	40
Нітроамофос, марка А	23	23	22	–	46
Нітроамофоска	17±1	17±1	15	17±1	51
Рідкі комплексні добрива	10	34	–	–	44
Складно-змішані гранульовані	0-11	9-16	8-12	0-15	25-35

В процесі інтенсифікації важливого значення набуває застосування мікроелементів як у зв'язку з виносом їх урожаєм, так і зв'язуванням у нерозчинні форми при внесенні здебільшого високих доз мінеральних добрив і вапна. Мікродобрива, поліпшуючи умови живлення для рослин, сприяють підвищенню якості продукції. Ефективність їх помітно зростає при високому забезпеченні рослин азотом, фосфором і калієм. Окремими мікроелементами обробляють насіння (борна кислота, бура, амоній молібденовокислий, мідний купорос, сірчаноокислий марганець, сірчаноокислий цинк, бор, мідь, цинковмісні порошки), інші вносять у ґрунт під оранку (піритні, колчеданні недогарки, відходи важкої промисловості – шлаки, шлами, що містять молібден, електро-

лампової промисловості), в передпосівний обробіток (борний концентрат, борат магнію), в рядки при сівбі (суперфосфат гранульований з бором або молібденом, марганізований суперфосфат).

Борні добрива застосовують під багаторічні трави, картоплю, зернобобові, цукрові буряки, гречку, кукурудзу, льон, переважно у тих випадках, коли вміст бору в орному шарі ґрунту становить 0,5 мг/кг і менше.

Марганцеві добрива вносять на чорноземах опідзолених і слабовилугуваних, сірих опідзолених, солонцюватих і каштанових ґрунтах, коли вміст марганцю менше 40 мг/кг ґрунту. Середня доза марганцю для внесення в ґрунт 4-5 кг/га, передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення – 40-60 г/га.

Мідні добрива найбільш ефективні на осушених торфових, дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах при вмісті в них міді менше 5 мг/кг ґрунту. Доза міді під зернові, трави, льон, коренеплоди, зернобобові та овочеві культури становить 3-5 кг/га.

Молібденові добрива вносять під бобові трави, зернобобові, коренеплоди і льон на осушених торфових, дерново-підзолистих ґрунтах, чорноземах, де вміст рухомих форм молібдену не перевищує 0,2 мг/кг ґрунту.

Цинкові добрива застосовують на ґрунтах, де вміст рухомого цинку менше 0,2-0,3 мг/кг, в дозах 3-10 мг/га, для передпосівної обробки насіння – 30-50 г сульфату цинку.

Значна частина мікроелементів міститься в різних видах мінеральних добрив і вапні (цинк, мідь, нікель та ін.), проте, як небажаний компонент, до них входить і ряд важких металів, таких як свинець і кадмій (табл. 26).

26. Вміст важких металів у деяких видах добрив і вапні, мг/кг
(Е.Г. Дегодюк, 1992)

Добрива	Цинк	Мідь	Нікель	Свинець	Кадмій
Аміачна селітра	0,20±0,06	0,25±0,03	0,84±0,06	0,05	–
Простий суперфосфат	12,27±0,53	31,17±1,08	12,93±0,57	21,67±0,30	0,25
Подвійний суперфосфат	10,00±0,07	18,33±0,60	26,50±3,28	29,00±1,00	0,25
Хлористий калій	3,11±0,12	8,67±0,41	4,30±0,22	8,67±0,19	0,25
Вапно	10,83±0,17	12,67±0,86	26,00±0,50	26,50±0,86	0,25

Аналізи, проведені при довгостроковому використанні помірних доз мінеральних добрив і вапна, свідчать, що загроза забруднення ґрунту за допомогою мінеральних добрив і вапна незначна і для подвоєння

їх природного вмісту потрібні сотні років.

Проведений Херсонською проектно-вишукувальною станцією хімізації аналіз мінеральних добрив на вміст кадмію показує, що вміст його в добривах, які виробляють окремі заводи-постачальники, неоднаковий і коливається в межах 0,47-1,65 мг/кг. Все це свідчить, що використання мінеральних добрив повинне бути нормованим, а розподіл їх по площі – рівномірним.

В процесі застосування мінеральних і органічних добрив, потрібно дотримуватись основних **законів землеробства**.

Закон незамінності й рівнозначності факторів життя. Жодний із факторів життя рослин не може бути замінений іншим. Звідси висновок, що всі фактори життя фізіологічно рівнозначні, незалежно від кількісної потреби в них. Тому нестача якогось із мікроелементів може порушити процеси росту й розвитку, навіть стати причиною загибелі рослини. Оскільки різні фактори життя неоднаковою мірою задовольняють потреби рослини, на практиці потрібно приділяти увагу конкретному фактору, щоб досягти запланованого результату.

Закон мінімуму, або обмежуючого фактора (закон мінімуму, оптимуму, максимуму). Врожайність залежить насамперед від фактора, потреба у якому найменш задоволена. Поки забезпечення рослини фактором, який знаходиться у мінімумі, не буде оптимізовано, збільшення кількості інших факторів не призведе до підвищення врожайності. Щоб мати максимальну врожайність, усі фактори повинні бути в оптимальному співвідношенні один до одного.

Закон сукупної дії та взаємодії факторів життя. За цим законом окремі фактори життя діють на рослину не ізольовано, а у взаємодії один з одним. Зі зміною одного з факторів, змінюються забезпеченість іншими факторами, умови й можливості ефективного їх використання. Отже, зміною одного з факторів, навіть якщо він знаходиться не в мінімумі, змінюється відношення рослини до інших факторів. Саме тому, на фактори життя рослини можна діяти як прямо, так і посередньо. Наприклад, застосовуючи фосфорно-калійні добрива, які прискорюють досягання, зменшуємо потребу рослин у воді.

У землеробстві найвищої ефективності можна досягти оптимальним поєднанням факторів життя (**закон оптимуму**) і її не можна досягти зміною якогось одного, надсильного діючого в даних умовах фактора. Так, при програмуванні врожаїв не можна мати відповідні результати, якщо в інтенсивній технології передбачити внесення високих доз добрив, поливів і не взяті до уваги заходи захисту сільськогосподарських рослин від хвороб, шкідників та бур'янів.

Закон повернення поживних речовин у ґрунт. Для збереження родючості ґрунту необхідно повертати у нього таку кількість елементів поживних речовин, яка забирається із урожаєм. При порушенні цього закону знижується родючість ґрунту. Для підвищення ефективної родючості необхідно повертати в ґрунт елементи родючості в більших кількостях, аніж вони забираються із кожним новим урожаєм. При застосуванні раціональних агротехнічних заходів поліпшуватимуться властивості та зростатиме родючість ґрунту, підвищуватиметься ефективність виробництва.

Закон сівоzmіни (плодозміни). При чергуванні культур із різними біологічними властивостями й морфологічними особливостями як на площі (у просторі), так і в часі, за однакових інших умов матимемо більші врожаї, ніж при повторному чи беззмінному вирощуванні культур. Усі технологічні прийоми при беззмінній культурі менш ефективні, ніж у сівоzmіні.

Закон критичних періодів. Протягом життя змінюються вимоги рослини до факторів життя. В окремі періоди вегетації рослини більш вимогливі до певного фактора, і дефіцит його у даний період призводить до різкого зниження інтенсивності процесів життєдіяльності – критичний період. Таких періодів може бути декілька. Наприклад, критичним за відношенням до вологості у кукурудзи є період за 10 днів до викидання волотей і 20 днів після цвітіння, а для пшениці – період куціння та колосіння (формування зерна).

За відношенням до фосфору – початок вегетації. Якщо у перші тижні життя польові культури не забезпечені фосфором, вони не зможуть сформувати високих урожаїв навіть при достатньому забезпеченні фосфором у наступні періоди життя. Це потрібно брати до уваги, коли програмується врожайність на малозабезпечених фосфором ґрунтах, де рядкове фосфорне удобрення є обов'язковим агротехнічним заходом.

Закон фізіологічного годинника. Рослини чутливо реагують на зміну довжини дня та ночі, зміну кількості і якості сонячної радіації, інших космічних факторів. Це проявляється, наприклад, у прискоренні розвитку ранніх ярих зернових культур при запізненні із сівбою, що призводить до зниження продуктивної куцистості, зменшення озерненості колоса і, як результат, зниження врожайності.

Враховуючи наведені вище закони землеробства розробляється та планується **система застосування добрив**, яка є екологічно чистим комплексом науково обґрунтованих прийомів раціонального використання органічних й мінеральних добрив, хімічних меліорантів, що забезпечує одержання запланованої врожайності та підвищення родючості ґрунту. Даний комплекс розрахований на ротацію сівозміни, де передбачено норми, строки, способи та своєчасність заробляння в ґрунт добрив, залежно від запланованого врожаю, біологічних особливостей та чергування культур у сівозміні. Тут враховуються також властивості та поєднання органічних і мінеральних добрив, їх пряма дія та післядія, ґрунтово-кліматичні та економічні умови господарства, охорона навколишнього середовища. Ефективна лише та система удобрення, яка враховує біологічні особливості живлення культур, ґрунтово-кліматичні умови, спеціалізацію господарства, властивості добрив. Так, в умовах достатнього зволоження потрібно вносити більші норми добрив. На легких ґрунтах легкорозчинні форми вносять перед висіванням насіння і в підживлення, тому що при внесенні під зиму, вони вимиваються з верхнього шару ґрунту. При складанні системи удобрення сівозміни, потрібно враховувати ґрунтові карти й агрохімічні картограми. За допомогою картограм визначають необхідність внесення і норми вапняних добрив. На кислих ґрунтах застосовують, насамперед, фізіологічно лужні добрива, на нейтральних і лужних – фізіологічно кислі.

Розробляючи **систему удобрення**, враховують вимоги культури до елементів живлення і тривалість періоду їх засвоєння. Так, при однаковому вмісті фосфору і калію, ґрунт може бути малозабезпеченим цими елементами для вирощування картоплі та середньо забезпеченим – для зернових культур.

Під час складання системи удобрення особливу увагу потрібно приділяти балансу біогенних елементів – складових елементів живих організмів, без яких неможливе їх існування.

Баланс основних елементів живлення визначається співвідношенням між загальним винесенням їх урожаєм та кількістю, що повертається в ґрунт. Баланс може бути **позитивним**, якщо елементів живлення в ґрунт вносити більше, ніж виноситься урожаєм, і **негативним**, якщо урожаєм їх виноситься більше, ніж повертається в ґрунт.

Баланс елементів живлення та гумусу слід розглядати як найдоступніший контроль за станом родючості ґрунтів. Позитивний баланс елементів живлення сприяє підвищенню врожайності та якості сільськогосподарських культур і підвищенню родючості ґрунтів.

Коефіцієнт відшкодування винесення елементів живлення урожаєм польових культур за рахунок внесення добрив має становити 70-80% для азоту і калію та 100-110% – для фосфору.

З метою виявлення глибини порушення балансової рівноваги в сівозмінах і на земельних територіях значно більшого масштабу можна скористатися *показниками інтенсивності балансу*. Доведено, що екологічно безпечне значення цих показників для азоту на дерново-підзолистих і сірих опідзолених ґрунтах становить 105-110%, на чорноземах – 70-100%.

Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору і калію залежно від їх вмісту в цих ґрунтах приведені в табл. 27.

27. Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору і калію (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Вміст у ґрунті	Інтенсивність балансу, %	
	фосфору (P_2O_5)	калію (K_2O)
Дуже низький	280	150
Низький	250	130
Середній	200	110
Підвищений	150	90
Високий	100	70
Дуже високий	80	50

Представлені нормативи інтенсивності балансу азоту, фосфору і калію забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів, екологічну чистоту агроценозів і сільськогосподарської продукції. Розрахунки балансу елементів живлення допомагають уникнути суттєвих помилок при складанні системи удобрення та є основою для розробки заходів, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь.

Система удобрення повинна передбачати раціональне використання термінів і способів внесення добрив. Ґрунти, які містять мало органічних речовин, мають характеризуватися бездефіцитним балансом азоту й гумусу, тобто загальна кількість азоту, яка виноситься з урожаєм культури, крім тієї кількості, що надходить із гноєм і нагромаджується бактеріями, повинна бути внесена з мінеральними добривами (щоб не активізувати мобілізацію азоту гумусу). Для бездефіцитного балансу гумусу на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся щороку потрібно вносити органічні добрива з розрахунку не менше 15-20 т/га, на ґрунтах Лісостепу – 11-13 т/га, Степу – 8-10 т/га.

Правильне поєднання основного, припосівного удобрень і підживлень забезпечує потребу рослин в елементах живлення і найвищу окупність добрив урожаєм.

Терміни і способи внесення добрив. Способи і терміни внесення добрив залежать від біологічних особливостей культури, властивостей добрив і ґрунту, цілей застосування добрив. Розрізняють такі строки внесення добрив: *допосівне* (основне), *припосівне* (рядкове) й *післяпосівне* (підживлення).

Допосівне внесення добрив називають основним удобренням. Добрива розсівають по поверхні ґрунту й негайно заробляють у ґрунт під час основного обробітку у вологий шар. Його призначення – задовольняти рослини елементами живлення протягом вегетаційного періоду. При поверхневому обробітку ґрунту добрива заробляють на глибину 15-18 см. Для цього застосовують культиватори-рослинопідживлювачі. Якщо основний обробіток ґрунту вже виконано, добрива вносять під передпосівну культивацію. Цей прийом менш ефективний, оскільки добрива, особливо фосфорні й калійні, залишаються у верхньому шарі ґрунту. Верхній шар часто пересихає, а коренева система рослин виходить за його межі ще на початку вегетації. Це знижує ефективність внесених добрив. Тому добрива в основне удобрення доцільно вносити локально, стрічками культиваторами-рослинопідживлювачами на глибину 18-20 см. Терміни внесення добрив і способи їх заробки у ґрунт залежать від погодних умов, властивостей ґрунту й добрив.

Органічні добрива в усіх зонах під всі культури вносять в основне удобрення і заробляють під час основного обробітку ґрунту.

У степовій зоні майже всю заплановану норму фосфорних і калійних мінеральних добрив (за винятком припосівного внесення) також використовують як основне удобрення. У лісостепових районах до сівби вносять 70-90% фосфорних і калійних добрив, решту – у рядки під час сівби та в підживлення. Для підживлення найбільш ефективно використовувати азотні добрива. На дерново-підзолистих ґрунтах, а також в умовах зрошення в основному удобренні використовують 50-60% добрив. На легких піщаних і супіщаних ґрунтах значна частина добрив, особливо азотних, легко мігрує по профілю ґрунту і за його межі. В таких умовах добрива, зокрема азотні, доцільно вносити навесні. Хлорвмісні калійні добрива вносять восени.

За основного внесення, насамперед, використовують добрива з низьким вмістом елементів живлення, а для ґрунтів з підвищеною кислотністю – важкодоступні негранульовані форми добрив.

Припосівне удобрення – це внесення добрив під час сівби недалеко від рядків або гнізд, основним завданням якого є поліпшення живлення рослин на початку вегетації, коли ще слабо розвинена коренева система. Відхилення при рядковому внесенні від встановленої глибини не повинно перевищувати $\pm 1,5$ см. У цей період рослини найчутливіші до нестачі легкодоступних елементів живлення, особливо фосфору. Тому в рядки частіше вносять гранульований суперфосфат або гранульовані комплексні добрива, наприклад, нітрофоску. Добрива в рядки вносять одночасно з сівбою на відстані 3-4 см збоку від рядка і на 5-6 см глибше загортання насіння.

Підживлення – це внесення добрив під час вегетації рослин для посилення живлення у певні періоди розвитку. Розрізняють підживлення кореневі та позакореневі (некореневі). При корневих підживленнях добрива вносять у ґрунт культиваторами-рослинопідживлювачами в міжряддя просапних культур або розподіляють на поверхні ґрунту при підживленні культур суцільного способу сівби. На посівах озимих культур під час кушіння, підживлення виконують прикорневим способом, вносячи добрива на глибину 4–5 см дисковими сівалками й спеціальними дисковими туковисівними машинами.

Некореневе підживлення – це нанесення добрив на листки та інші надземні органи рослини. Його застосовують здебільшого для посилення живлення азотом та мікроелементами. Таке підживлення найефективніше у районах достатнього зволоження і на ґрунтах із легким механічним складом. Так, для підвищення вмісту білка в зерні застосовують підживлення азотом у період формування і наливання зерна. Розчинені у воді добрива проникають у листки крізь продихи, при цьому катіони проникають швидше, ніж аніони. Недисоційовані молекули сечовини надходять у рослини у 10-20 разів швидше, ніж катіони й аніони. Тому для позакорневих підживлень доцільніше використовувати сечовину. Варто брати до уваги і те, що сечовина не спричинює опіків.

Внесення добрив у запас (періодичне) передбачає застосування такої їх кількості, яку треба внести протягом кількох років під 2-4 культури, причому фосфорно-калійні добрива вносять тільки один раз, азотні – щорічно. Рівень ефективності запасного і щорічного внесення мінеральних добрив практично однаковий, однак, у разі внесення в запас, знижуються витрати на зберігання добрив, підвищується продуктивність праці, вдосконалюється технологія виконання сільсько-господарських робіт.

Застосування добрив з поливною водою передбачає їх внесення як на поверхню, так і вглиб ґрунту. Нині дедалі ширше використовують крапельне зрошення. Застосування добрив одночасно з поливом дощувальними машинами дає змогу керувати ростом і розвитком рослин, формувати врожай певної якості. Це особливо важливо для рослин, які вирощуються на ґрунтах легкого гранулометричного складу та характеризуються тривалим періодом засвоєння елементів живлення. Вносити добрива можна з поливною водою як до сівби, так і під час вегетації рослин при вологозарядних, зволожувальних і освіжаючих поливах.

При дощуванні допустимими вважають такі **концентрації розчинів** мінеральних добрив: азотних – 0,5; фосфорних – 2; калійних – 3 та складних розчинів – 0,5%. Із добрив використовують сечовину, аміачну селітру, хлорид калію, амофос, карбамідно-аміачну суміш (КАС), рідкі комплексні добрива (РКД), солі мікроелементів.

Строки підживлення встановлюють залежно від біологічних особливостей і стану культури, періодів найбільшого засвоєння рослинами елементів живлення.

Дробне внесення добрив з поливною водою дає змогу підвищити коефіцієнт використання елементів живлення на 20-30%, порівняно з внесенням сухих добрив у ґрунт під основний його обробіток. При цьому врожай зернових культур збільшується на 3-4 ц/га, сіна багаторічних трав – на 9-10, зеленої маси кормових культур – на 23-24 ц/га, а продуктивність праці зростає в 1,5-2 рази.

Способи внесення добрив. Основними способами внесення добрив є **розкидний і локальний**.

Розкидний спосіб внесення передбачає суцільний рівномірний розподіл їх по поверхні з наступним зароблянням у ґрунт при основному, передпосівному, припосівному внесенні, а також при підживленні. В разі оранки плугом із передплужником, понад 80% гранульованих добрив потрапляє в шар ґрунту 8-18 см, а за оранки без передплужника вони рівномірно розподіляються по всьому орному шару ґрунту. Якщо добрива заробляють у ґрунт культиваторами або боронами, 50-80% їх залишається в шарі ґрунту 0-2 см, а 81-100% – розміщується в шарі 0-6 см.

Внесення добрив у верхню частину орного шару ґрунту знижує оплату одиниці добрив урожаєм, що особливо чітко проявляється за умов недостатнього зволоження. Мінімальний обробіток (без перевертання пласта) не забезпечує достатнього перемішування добрив із ґрунтом, внаслідок чого посилюється процеси іммобілізації азоту,

фосфору, сірки, зменшується кількість доступних для рослин сполук азоту, фосфору в орному шарі. Внесення азотних добрив у ґрунт на глибину менш як на 5 см, призводить до значних втрат газоподібного азоту. Особливо великі втрати елементів живлення внаслідок змиву та виділення газоподібних сполук.

Розкидне внесення добрив проводять за допомогою розкидачів і тукових сівалок. Головною вимогою цього способу є рівномірність розподілу добрив по поверхні ґрунту, оскільки нерівномірний їх розподіл зумовлює строкатість урожайності, різні строки дозрівання та вилягання культур, погіршення якості продукції. Так, наприклад, недобір урожаю зерна озимої пшениці внаслідок вилягання рослин, спричиненого нерівномірним внесенням добрив і впливом інших чинників, може досягти 25-60%.

Локальний спосіб внесення добрив порівняно із розкидним дає змогу зменшити поверхню взаємодії добрив з ґрунтом, що сприяє кращому засвоєнню елементів живлення рослинами, підвищує врожайність зернових культур на 2-5 ц/га, зерна кукурудзи на 5-8, картоплі, коренеплодів, овочевих культур – на 20-40 ц/га і більше. Підвищення врожайності за локального внесення пояснюють меншим вбиранням елементів живлення ґрунтом, кращим їх засвоєнням рослинами та меншими втратами газоподібних сполук азоту. Так, коефіцієнт використання фосфору з суперфосфату за цього способу внесення зростає в 2-3 рази. Локалізація калійних й особливо азотних добрив має менше значення, ніж фосфорних.

Локальне внесення добрив у зону розміщення максимальної кількості коренів, тобто під рослину (насіння, бульби) або в міжряддя на глибину 3-15 см, є одним із найраціональніших прийомів. При цьому добрива розміщуються в ґрунті суцільною стрічкою або окремими гніздами. Локальне внесення добрив може бути основним, передпосівним, припосівним і підживленням. Добрива вносять до сівби, під час сівби або в період вегетації в рядки, ямки, за безполицевого обробітку ґрунту. Локально добрива вносять за допомогою сівалок, культиваторів-рослинопідживлювачів, комбінованих агрегатів, інших механізмів. Оптимальні норми добрив за локального внесення на 10-30% нижчі, ніж за розкидного.

Визначення оптимальних норм добрив. Класичний метод визначення доз добрив є польовий дослід. Численні дослідження з вивчення ефективності добрив у різних умовах, дають змогу експериментально визначити їх середні норми під усі культури (вони подаються у відповідних рекомендаціях і довідниках). Застосовуючи поправочні коефіцієнти,

норми уточнюють залежно від забезпеченості ґрунтів елементами живлення. Останнім часом використовують балансово-розрахункові методи визначення норм добрив. Для цього використовують дані агрохімічних обстежень ґрунтів на вміст фосфору, калію, легкогідролізованого азоту, кислотність (картограми ґрунтів). Враховуючи коефіцієнти використання рослинами елементів живлення із ґрунту й добрив, а також винос елементів живлення урожаєм, визначають норми добрив.

Методи розрахунку норм добрив різняться тим, що за допомогою одних розрахунків планується врожайність, а інших – приріст урожайності. Норми добрив на заплановану врожайність розраховують за формулою:

$$Д=100*(У_в-ПК_г)/К_д;$$

а на приріст урожайності:

$$Д=100\Delta У_в/К_д,$$

де Д – норма елемента живлення, кг/га;

У – запланована врожайність, ц/га;

$\Delta У$ – запланований приріст урожайності, ц/га;

$У_в$ – винос елемента живлення 1 ц врожаю, кг;

$К_г$ – коефіцієнт використання елемента живлення зі ґрунтових запасів, часток одиниці;

П – запаси елемента живлення у ґрунті, кг/га;

$К_д$ – коефіцієнт використання елемента живлення з мінеральних добрив, часток одиниці.

Для встановлення норми внесення певного виду добрив, визначену норму діючої речовини (кг/га) потрібно поділити на процентний вміст цього елемента живлення в даному добриві. Наприклад, визначили, що доза P_2O_5 під пшеницю становить 60 кг/га – (P_{60}). Щоб внести цю дозу фосфору у вигляді простого суперфосфату, який містить 20% P_2O_5 , потрібно внести 3 ц добрива ($60 : 20 = 3$).

Винесення елементів живлення з ґрунту значною мірою залежить від їх вмісту в основній і побічній продукції врожаю (табл. 28).

Поєднанням способів і строків внесення добрив з агротехнічними заходами, з урахуванням трансформації поживних речовин у ґрунті та динаміки їх вбирання, підвищують **ефективність добрив** і знижують затрати праці.

На оптимізацію живлення рослин позитивно впливає комплексне застосування засобів хімізації, яке передбачає: 1) доведення рН ґрунтового розчину до оптимального рівня за допомогою хімічної меліорації; 2) забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин

грунту; 3) посилення живлення рослин у критичні періоди їх росту, з урахуванням агрохімічних властивостей ґрунтів, біологічних особливостей культур, величини врожаю та його якості; 4) знищення бур'янів; 5) зведення до мінімуму негативного впливу хвороб і шкідників за допомогою засобів захисту рослин; 6) позитивне вирішення екологічних проблем і збереження чистоти навколишнього природного середовища.

28. Винесення з ґрунту елементів живлення урожаєм основних сільськогосподарських культур, кг/т продукції

(Е.Г. Дегодюк, 1992)

Культура	Продукція								
	Основна			Побічна			Основна з урахуванням побічної		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	20,7	7,4	4,9	5,1	1,6	9,9	28,9	10,0	20,7
Озиме жито	17,4	7,5	5,4	5,6	2,2	11,0	27,8	11,7	26,4
Ячмінь озимий	17,0	8,3	4,9	6,0	2,0	13,6	24,7	10,9	22,6
Ячмінь ярий	18,4	7,6	5,3	6,6	2,3	13,9	26,2	10,4	22,0
Овес	18,9	8,3	5,1	5,2	2,8	17,9	27,2	12,7	33,7
Кукурудза на зерно	15,3	5,9	4,2	6,9	2,1	14,2	24,1	8,6	22,4
Кукурудза на силос	3,15	1,14	4,23	—	—	—	—	—	—
Просо	19,4	4,9	4,1	9,1	2,0	25,9	33,9	8,1	45,5
Гречка	17,7	5,9	7,1	9,7	4,1	16,4	36,1	13,7	38,3
Горох	33,4	8,4	13,0	10,0	2,3	13,6	44,4	12,5	28,0
Соняшник	23,7	10,4	8,4	8,7	3,1	43,6	42,8	17,2	104,3
Льон	5,4	2,01	10,1	38,9	15,0	11,6	61,6	19,9	63,3
Буряки цукрові	2,01	0,76	2,22	3,48	0,86	4,42	4,23	1,29	5,0
Буряки столові	3,64	0,76	2,31	—	—	—	—	—	—
Буряки кормові	2,12	0,55	3,18	4,63	0,94	4,08	3,69	0,86	4,56
Картопля	3,7	1,1	5,5	3,7	0,9	4,6	5,6	1,6	7,8
Трави (сіно) однорічні	20,0	6,0	20,7						
Трави багаторічні (сіно)	23,3	5,3	20,1						

У період вегетації рослини засвоюють різні кількості елементів живлення, що часто призводить до зміни співвідношення і вмісту їх у листках та інших органах і потребує коригування умов живлення.

Ефективність використання біодобрив для сільського господарства. Звичайні органічні відходи тваринницьких комплексів та переробної промисловості є основним джерелом живлення мікрофлори, життєдіяльність якої забезпечує нормальне проходження біологічних

процесів в ґрунті, сприяє збільшенню кількості гумусу. Однак фізико-хімічні, біологічні властивості вказаних відходів не дозволяють використовувати їх безпосередньо як цінне органічне добриво. В не переробленому вигляді їх використовують тільки локально. Коефіцієнт корисної дії таких добрив складає близько 10-15%.

В залежності від способу та тривалості зберігання, органічні відходи втрачають від 25-50% органічної речовини та поживних елементів (в першу чергу азоту N). Ще більші втрати спостерігаються при промерзанні з наступним розмерзанням – до 70%. Тому і виникає потреба у ефективній переробці великої кількості різних органічних відходів, більша частина яких знаходиться в рідкій формі. Основна частина органічних відходів накопичується в місцях їх виробництва, чим і зумовлює забруднення навколишнього середовища.

Біодобриво містить у великій кількості біологічно активні речовини, велику кількість мікроелементів. Основною перевагою перед традиційними добривами (гній, послід та інші) стосовно елементів живлення є їх форма, доступність і збалансованість та високий рівень гуміфікації органічної речовини. Дана речовина служить потужним енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення в ґрунті відбувається активізація азотофіксуючих та інших мікробіологічних процесів.

У підтриманні екологічної рівноваги в ґрунтах найбільш вагому роль відіграє ресурс гумусу. Основу гумусу складають залишки органіки рослинного походження: фракції, що найменш розклалися; фракції, які продовжують розкладатися; комплексні речовини, які утворилися в результаті гідролізу та окислення і речовини, які є результатом життєдіяльності мікроорганізмів.

До складу **гумусу** входять гумінові кислоти, фульвокислоти та солі цих кислот, а також гуміни – стабільні з'єднання гумінових і фульвокислот із ґрунтовими матеріалами. Гуміни мають значну питому поверхню ($600-1000\text{ м}^2/\text{г}$) та велику адсорбційну здатність. При внесенні в ґрунт невеликої кількості гумусу, в порівнянні з іншими добривами, змінюється склад і структура мікрофлори. Це, в свою чергу, веде до зміни мікробіологічного режиму в ґрунтах, посилення процесів перетворення речовин та енергії. В результаті інтенсифікуються обмінні процеси, включаються нові цикли розвитку мікрофлори, зокрема підсилюється діяльність азотофіксуючих бактерій, і як результат збагачується поживне середовище.

Ґрунти, на які вносять гумусні добрива, характеризуються такими ознаками: підвищується рухомість ґрунтового фосфору; інтенсифікуються процеси нітроутворення в ґрунті, що сприяє значному зростанню загального та білкового азоту, виділення вуглекислого газу ґрунтом; прискорюється надходження аміачних і амідних форм азоту, фосфору в рослини; зростає концентрація заліза, калію, алюмінію при зниженні кількості магнію, тобто гумати спричиняють суттєвий вплив на вміст та динаміку ґрунтових катіонів.

Гумус в 15-20 разів ефективніший за будь яке органічне добриво. Специфічна мікрофлора та ферменти, які містяться в гумусі здатні відновити "мертвий ґрунт", тобто забезпечити усі його функції і надати йому властивостей високої родючості. Ці корисні властивості гумус зберігає на протязі 3-4 років.

Щороку, одночасно з врожаєм, виноситься велика кількість органічного матеріалу, зменшується кількість живих мікроорганізмів, в результаті чого знижується активність гумусоутворення. Для підтримання необхідного рівня гумусу в ґрунтах, найчастіше в Україні вносять органічні добрива (гній, послід, торф), але вміст гумінових речовин в такій органіці зовсім не великий. Тому для мінімального забезпечення ґрунту необхідною кількістю гумусу, потрібно використовувати більш ефективні добрива.

При використанні гумусу досягається суттєве підвищення кількості та якості врожаю. Так, наприклад, за різними джерелами озима пшениця дає прибавку врожаю до 15-20%, цукровий буряк – до 20%, кукурудза – до 20-30%, картопля до 30%, ягідні до 50%.

Таким чином, **позитивний вплив гумусу** на ґрунтову родючість та врожайність можна представити у вигляді комплексу взаємопов'язаних процесів: покращуються фізико-механічні та хімічні властивості ґрунту; активізуються процеси ґрунтового обміну: адсорбція добривами елементів живлення ґрунту, з покращенням живильного режиму розвитку рослин, та підвищення їх біологічної активності та врожайності.

Біодобрива за багатьма показниками в декілька разів кращі від інших органічних добрив (гній, послід, торф), маючи при цьому ряд переваг над ними:

Відсутність насіння бур'янів. Гній свиней і великої рогатої худоби та торф зазвичай містять велику кількість насіння бур'янів. У 1 тонні свіжого гною знаходиться до 10 тис. насінин різних бур'янів, які пройшовши через шлунок тварин, не втрачають здатності до проростання. Це призводить до втрати врожаю від 5-7 центнерів зерна злакових культур з одного гектара.

Відсутність патогенної мікрофлори. Через органічні добрива часто поширюється багато збудників захворювань рослин. Наприклад, гній може містити понад 100 небезпечних для тварин і людини хвороб: сибірська виразка, туберкульоз, бруцельоз, паратиф, паратуберкульоз, ящур, сальмонельоз, аскаридоз, кишкові інфекції – це лише деякі з них. Свинячий гній має спільну мікробну забрудненість від $4,1$ до $3,6 \cdot 10^9$, спорових анаеробів від $10^{(-2)}$ до $10^{(-4)}$, титр кишкової палички складає від $10^{(-5)}$ до $10^{(-7)}$. Біодобрива, завдяки спеціальній технології переробки в біогазовій установці, повністю обеззаражені від патогенної мікрофлори.

Наявність активної мікрофлори, яка сприяє інтенсивному росту рослин. Органічні відходи, які використовуються в якості добрива, не мають або містять невелику кількість мікрофлори. Так, гній містить 109 колоній/гр. різної мікрофлори, у тому числі і патогенної. У біодобривах міститься 1012-1014 колоній/гр. мікрофлори, при цьому повністю відсутня патогенна мікрофлора

Відсутність адаптаційного періоду. Гній та інша органіка, перед внесенням у ґрунт, потребують проведення тривалої підготовки (6-12 місяців). Корисні речовини, що містяться в них, частково втрачаються а решта починає діяти в ґрунті лише на II-IV рік після його закладки. Біодобрива завдяки своїй формі починають ефективно працювати відразу при внесенні.

Стійкість до вимивання з ґрунту поживних елементів. За сезон з ґрунту вимивається близько 80% органічних добрив, тому доводиться їх щорік постійно вносити у великих кількостях. За цей же час з ґрунту вимивається всього до 15% біодобрив. Таким чином, внесені в невеликій кількості біодобрива на ваші поля працюватимуть на 3-5 років довше, ніж звичайні добрива.

Максимальне збереження та накопичення азоту. Недостатня кількість азоту в ґрунті приводить до зниження врожайності багатьох сільськогосподарських культур. При цьому, також гальмується ефективний ріст рослин, послаблюється стійкість до різних хвороб. Тривале азотне голодування веде до гідролізу білків і руйнування хлорофілу.

При тривалому зберіганні (компостуванні) органічних відходів втрачається до 50% азоту. У біодобривах, завдяки анаеробному зброджуванню органічних відходів в біогазовій установці, кількість загального азоту N зберігається повністю, крім того вміст розчинного азоту $\text{NH}_4\text{-N}$ зростає на 10-15%.

Екологічний вплив на ґрунт. Органічні добрива у непереробленому вигляді наносять великої шкоди ґрунту, забруднюючи його та ґрунтові води. Тоді як біодобрива є абсолютно чистим екологічним продуктом.

Переваги біодобрив порівняно з мінеральними добривами. Мінеральні добрива спричиняють негативний вплив на здоров'я людини та ґрунт. Ці добрива у вигляді гранул або розчинів засвоюються тільки на 35-50%, решта відкладається у вигляді нітратів в продуктах та ґрунтах. В свою чергу, отримані продукти, шкідливо впливають на організм людини. Нітрати сприяють розвитку ракових пухлин в шлунково-кишковому тракті. Тривалий прийом нітратів в малих дозах, приводить до збільшення щитовидної залози. Нітрати сприяють збільшенню холестерину і зниженню білка в крові людини і тварин.

Біодобрива завдяки своїм біологічним властивостям засвоюються рослинами практично на 100%, при цьому, вміст нітратів в продуктах мінімальний.

Норми внесення і їх дотримання. Розчини мінеральних солей в природних умовах у чистому вигляді майже не зустрічаються, внаслідок чого необґрунтовані дози внесення мінеральних добрив негативно впливають на ґрунтові мікроорганізми. При роботі з мінеральними добривами необхідно точно знати граничні норми внесення. Внесення ж не обґрунтованої кількості мінеральних добрив порушує структуру ґрунту та річний цикл зміни кислотності.

Біогумус можна вносити в будь-якій кількості. При його використанні не відбувається мінералізації ґрунту, оскільки він є екологічно чистим продуктом.

4.5. Види та значення хімічних меліорацій

Хімічна меліорація – це застосування хімічних речовин для поліпшення фізико-хімічних і фізичних властивостей ґрунтів, їх хімічного складу та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Основними способами хімічної меліорації є: вапнування кислих ґрунтів, гіпсування солонцюватих ґрунтів, кислування лужних ґрунтів, а також внесення мінеральних і органічних добрив.

Вапнування ґрунтів передбачає внесення вапнякових добрив у кислі ґрунти, з метою нейтралізації їхньої надмірної кислотності, шкідливої для багатьох сільськогосподарських культур. Реакція ґрунтового розчину залежить від складу й концентрації розчинених у ньому вільних мінеральних і органічних кислот та їхніх солей.

Ріст і розвиток рослин великою мірою визначається реакцією ґрунтового середовища, швидкістю і спрямованістю хімічних та біохімічних процесів, що відбуваються в ґрунті. Більшість культурних рослин формує високі врожаї лише за нейтральної або близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища.

Реакція ґрунтового розчину залежить від співвідношення в ньому іонів водню H^+ та гідроксильних груп OH^- . Якщо концентрація іонів H^+ більша за концентрацію OH^- , то ґрунти мають кислу реакцію.

У природних умовах кислотність ґрунту формується за перебігу підзолистого процесу ґрунтоутворення, внаслідок чого ґрунтовий вбирний комплекс насичується іонами водню й алюмінію, а ґрунтові колоїди теж мають виражені кислотні властивості. Підкислення ґрунту можливе також за тривалого застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив та в результаті засвоєння елементів живлення рослинами у вигляді іонів, що супроводжується виділенням еквівалентної кількості іонів водню.

Концентрацію іонів водню в ґрунтовому розчині, а звідси і кислотність ґрунту, умовно виражають **показником рН** – від’ємним логарифмом концентрації водневих іонів. За $pH < 6$ реакція ґрунту кисла, за $pH 7$ – нейтральна, а за $pH 8$ і більше – лужна.

Непрямим результатом високої кислотності ґрунту є недостатній вміст у ньому засвоюваних кальцію і фосфору, надлишок розчинних сполук алюмінію – досить шкідливого для рослин. **Алюміній**, накопичуючись у кореневій системі рослин, знижує її здатність проводити фосфор у надземні частини, тому рослини потерпають від фосфорного голодування, навіть за внесення фосфорних добрив.

Більшість культурних рослин для нормального розвитку потребує **слабкокислої** ($pH 6,0 - 6,5$) або **нейтральної** (pH близько 7) реакції ґрунтового розчину. Шкідливу дію підвищеної кислотності ґрунту можна усунути тільки внесенням необхідної дози карбонату кальцію (вапна), який не лише підвищує pH ґрунтового розчину, а й зв’язує алюміній та манган у малорозчинні сполуки.

Умовою успішного проведення **вапнування** є щонайповніше знання реального стану реакції ґрунту кожного поля не тільки за значенням pH , а й за природою ґрунтової кислотності.

Розрізняють три види ґрунтової кислотності: актуальну, обмінну і гідролітичну. З кислотністю пов’язані численні негативні властивості ґрунтів, їх низька родючість. **Кислі ґрунти** бідні на кальцій, фосфор, інші елементи живлення, а також гумус. Все це створює несприятливі

умови для розвитку рослин. Крім того, за підвищеної кислотності ґрунту гальмується надходження азоту, фосфору, калію та інших поживних речовин у кореневу систему, порушується вуглеводний і білковий обмін речовин у рослинах, знижуються вміст хлорофілу та активність ферментів, уповільнюється процес фотосинтезу, внаслідок чого порушується процес запилення і розвитку генеративних органів, погіршуються умови наливання зерна, знижується продуктивність рослин.

Озимі злаки і багаторічні трави гинуть через підвищену кислотність ґрунту не лише взимку, а й навесні. Зріджуються також посіви ярих культур. Підкислення ґрунтів спричинює перехід важких металів, радіонуклідів у легко рухливі форми, підвищується коефіцієнт їх переходу в рослини, збільшується вміст нітратів і нітритів, а отже, погіршується якість продукції та істотно знижується продуктивність агроценозів. Кисла реакція ґрунтового розчину супроводжується надлишковим вмістом токсичних для рослин рухомих форм алюмінію, заліза, зниженням доступності фосфору, молібдену, погіршенням життєдіяльності та складу мікрофлори ґрунтів, гальмуванням надходження в рослини кальцію і магнію. Крім того, на кислих ґрунтах дуже низька окупність мінеральних добрив і невисока якість продукції рослинництва.

Більшість культур нормально розвивається за рН 6,5, коли створюються сприятливі умови для живлення рослин: наявність поживних речовин у доступних для рослин формах, достатня нітрифікаційна активність, задовільні умови для існування корисних ґрунтових мікроорганізмів, відсутність токсичних рухомих елементів – алюмінію та мангану, які в кислих ґрунтах утворюють важкорозчинні сполуки.

Серед показників фізико-хімічних властивостей ґрунту найбільше значення мають обмінно-вбирні катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} і H^{+} , з якими пов'язані поняття актуальної і гідролітичної кислотності, суми ввібраних основ, ступеня насичення ґрунтів основами. За цими та іншими показниками вибирають шляхи хімічної меліорації кислих чи засолених ґрунтів. Відомо, що прямий вплив кислотності або лужності ґрунту на розвиток рослин менший, ніж побічний, що призводить, насамперед, до різкого зниження ефективності мінеральних добрив, порушення збалансованості живлення елементами самого ґрунту та різкого погіршення його фізичних властивостей.

За сучасного рівня застосування мінеральних добрив, особливо в інтенсивному землеробстві, проблема хімічної меліорації полів – вапнування кислих і гіпсування засолених ґрунтів – особливо актуальна.

Нині в господарствах України різко скоротилося застосування хімічних меліорантів. У багатьох регіонах підкислення ґрунтів стало критичним. Темпи щорічного збільшення площ з підвищеною кислотністю досягають 0,4-0,5%. Нині в Україні близько 9 млн. га ґрунтів з підвищеною кислотністю ($\text{pH} < 6$), в тім числі до 8,5 млн. га орних земель.

Основні площі кислих ґрунтів знаходяться на Поліссі та в Лісостепу. Найбільшу кислотність мають верхові торфовища й дерново-підзолисті ґрунти Полісся, дещо меншу – сірі і темно-сірі лісові ґрунти. Низька кислотність ґрунтового розчину характерна для опідзолених і вилужених чорноземів. У комплексі агрохімічних заходів, спрямованих на підвищення родючості кислих ґрунтів, основна роль відведена вапнуванню, що забезпечує глибоку, тривалу і різнобічну дію вапна на ґрунт і рослину.

Після внесення вапна знижується кислотність ґрунту, підвищується насиченість його основами, що створює оптимальні умови для росту і розвитку рослин, формування високого врожаю. Крім того, вапнування позитивно впливає на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні властивості кислих ґрунтів, на яких рослини формують краще розвинену кореневу систему, здатну засвоювати з ґрунту більше поживних речовин. Внаслідок вапнування, активується процес розкладення клітковини рослинних решток у ґрунті, збільшується кількість нітрифікаторів та бактерій, які розкладають трифосфат кальцію й органофосфати, зменшується кількість бактерій, які утворюють отруйні для рослин і корисних мікроорганізмів речовини, інтенсифікуються біохімічні процеси – в 1,5-2 рази підвищується виділення вуглекислого газу та активність ферментів у ґрунті.

Проте вапно, внесенне в надмірній кількості, може пригнічувати ріст рослин і знижувати їх урожайність. Це пояснюють тим, що кисла реакція ґрунту на декілька років може змінитись на лужну, яка для багатьох культур не менш шкідлива, ніж кисла. Надмірно **високі дози вапна** порушують живлення рослин мікроелементами: бором, манганом, цинком та ін. Найчастіше рослини потерпають від нестачі бору, що зовні виявляється такими ознаками: у цукрових і кормових буряків загниває центральна частина коренеплоду, у льону відмирає верхівка стебла, картопля уражується паршею, зернобобові не утворюють насіння і т. д.

Все це засвідчує, що не слід вапнувати ґрунти без попередніх аналізів і розрахунку норм вапна залежно від ступеня кислотності, врахування особливостей культур сівозміни і гранулометричного складу ґрунту. При вапнуванні ґрунтів у сівозмінах з льоном і картоплею

рекомендується застосовувати борвмісні добрива, що дасть змогу внесенням невеликої кількості бору (1-3 кг/га) майже ліквідувати несприятливу для льону й картоплі післядію вапнування, корисну для інших культур сівозміни.

Залежно від організаційно-господарських умов, зокрема від наявності вапнякових матеріалів, вапно можна застосовувати в малих дозах під декілька культур сівозміни з тією умовою, щоб за ротацію сівозміни дати необхідну норму, або вносити відразу потрібну кількість вапна і щорічно вапнувати меншу площу. Обидва способи дають близькі результати. Починати вапнування треба на полях із дуже кислими ґрунтами (рН 4,0 - 4,5).

Вапнування є важливою умовою інтенсифікації землеробства на кислих ґрунтах, підвищує їх родючість та ефективність мінеральних добрив, особливо азотних: ефективність застосування добрив на кислих ґрунтах на 30-40 % нижча, ніж на тих самих ґрунтах після вапнування. Зі збільшенням норм внесення мінеральних добрив значення вапнування ґрунтів зростає. Зниження кислотності ґрунтів після вапнування дає змогу рослинам використовувати елементи живлення з добрив, тому вапнування кислих ґрунтів має передувати внесенню добрив.

Строки, способи та місце внесення вапна в сівозміні взаємозв'язані і залежать від норми вапнякового матеріалу, його форми та якості, реакції культур на вапнування. Необхідну норму вапнякового матеріалу слід вносити у ґрунт із таким розрахунком, щоб його дія була максимальною на культурах, які добре реагують на вапнування, і незалежно від поля сівозміни добиватись максимального перемішування його з усією масою орного шару ґрунту.

У сівозмінах Полісся рекомендовані норми вапнякових матеріалів доцільно вносити під покривну культуру багаторічних трав, картоплю, льон і люпин. Під картоплю вапно можна вносити восени або навесні. Під льон і люпин, якщо застосовують повну норму вапна, його вносять восени, а половину норми можна вносити навесні. У разі вапнування поля під картоплю, льон і люпин велике значення має форма вапнякового матеріалу. Найкраще вносити повільно діючі матеріали (мелене вапно, доломітове борошно) і збільшувати при цьому в 1,5-2 рази норми калійних та борвмісних добрив.

Ґрунти потребують вапнування у 12 областях України. Його слід проводити з регулярною періодичністю через 5-7 років повною нормою, розрахованою за гідролітичною кислотністю. Для цього щорічно треба вносити 6,0-6,5 т/га меліорантів.

Повна норма вапна, що відповідає значенню *гідролітичної кислотності*, в сівозміні діє протягом 7-8 і більше років. Ця норма забезпечує слабкокисло реакцію ґрунту, оптимальну для більшості культур. Згодом ґрунт починає підкислюватись і його реакція поступово наближається до початкового рівня, що потребує повторного, або підтримувального, вапнування. Підкисленню сприяє розкладання в ґрунті органічних решток, з утворенням органічних кислот. Кореневі виділення рослин і більшість продуктів біохімічних процесів, які відбуваються в ґрунті, також підкислюють ґрунтове середовище. Упродовж кількох десятиліть у багатьох країнах, у тім числі і в нашій, випадають "кислотні" дощі, які хоч і не дуже сильно, та все ж підвищують кислотність ґрунту. З ростом інтенсифікації землеробства різко посилились процеси збіднення ґрунту на основі, внаслідок винесення кальцію і магнію врожаєм та, переважно, їх міграції з кореневмісного шару з інфільтраційними водами. Застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив і підвищена агресивність атмосферних опадів також призвели до збільшення втрат кальцію і магнію з орного шару ґрунту. Зросло вимивання легкорухливих аніонів SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , які не сорбуються ґрунтом і зв'язують еквівалентну кількість катіонів, здебільшого Ca^{2+} і Mg^{2+} .

Тому підвищення кислотності ґрунту й потреба проведення повторного або підтримувального вапнування, зумовлюються переважно втратами кальцію, внаслідок винесення його урожаєм і вимивання в глибші шари ґрунту.

Реакція рослин на наявність у ґрунті кальцію протилежна їх реакції на рН середовища. Рослини, які страждають від підвищеної кислотності, краще ростуть і розвиваються на ґрунтах, збагачених на кальцій, і навпаки.

Втрати кальцію з ґрунту можуть значно коливатись і залежать від багатьох чинників: кількості опадів, ступеня просочування вологи, гранулометричного складу ґрунту та його кислотності, норм вапна, складу та норм добрив, що вносяться, набору культур у сівозміні та їх урожайності тощо. Середньорічні втрати кальцію з орного шару ґрунту, внаслідок його вимивання, коливаються від 50 до 250 кг/га у перерахунку на CaO . Більші втрати спостерігаються на дерново-підзолистих ґрунтах і менші – на опідзолених і вилужених чорноземах.

Втрати кальцію з ґрунту перевищують його надходження, тому дефіцит балансу кальцію в ґрунті здебільшого усувають вапнуванням, оскільки з органічними та мінеральними добривами, які містять кальцій, надходить недостатня кількість основ для нейтралізації природного підкислення ґрунту. Органічні добрива можуть виконувати цю функцію лише за щорічного їх внесення 25-30 т/га. Незначна кількість кальцію надходить у ґрунт з атмосферними опадами – 15-25 кг/га за рік. Отже, під час вапнування треба створювати позитивний баланс кальцію в ґрунті, оскільки лише в цьому разі площа кислих ґрунтів зменшується, а за негативного – збільшується, незважаючи на щорічне проведення вапнування.

Для підтримання оптимальної реакції ґрунтового розчину та позитивного балансу обмінних основ кальцію і магнію в ґрунті, як доповнення до системи удобрення, щорічно треба вносити невеликі дози вапна під кожен культуру, яка потребує нейтральної реакції ґрунту, причому вапно доцільно вносити під культивування, а його дозу розраховувати за нормативами витрат CaCO_3 на нейтралізацію одиниці кислотності (0,1 рН_{KCl}).

Вапнування кислих ґрунтів – це захід тривалої дії, тому неякісне його проведення негативно позначається на родючості ґрунтів протягом багатьох років. У зв'язку з цим, слід суворо дотримуватися рекомендованих норм, строків, способів, глибини заробляння, рівномірності внесення та черговості використання вапна на полях сівозміни. Відхилення фактичної норми внесення вапна від розрахованої за гідролітичною кислотністю не повинно перевищувати 10%, нерівномірність внесення по ширині поля – 26-30%.

Потребу у вапнуванні кислих ґрунтів визначають за гідролітичною кислотністю, рН сольової витяжки з урахуванням гранулометричного складу та вмісту гумусу, ступенем насичення ґрунту основами, з урахуванням набору сільськогосподарських культур у сівозміні. Для підвищення рН ґрунту на 0,1 потрібні такі дози вапна, т/га: для піщаних ґрунтів – 0,12-0,16; для супіщаних – 0,35-0,40; для суглинкових – 0,50 - 0,60.

Останнім часом для розрахунку норм вапна часто вдаються до нормативного методу (табл. 28). За цим методом дозу CaCO_3 розраховують за формулою: $D = \Delta \text{pH} \cdot x$, де D – доза CaCO_3 , т/га; ΔpH – різниця між оптимальним і фактичним значеннями рН_{KCl}; x – норматив витрат CaCO_3 , т/га, для зміщення рН на 0,1.

29. Нормативи оптимальних значень pH_{KCl} різних типів ґрунтів на витрати $CaCO_3$ для зміни pH на 0,1
(за Т.А. Грінченком та ін., 1984)

Тип ґрунту	Значення pH_{KCl}		ΔpH_{KCl}	Норматив витрат $CaCO_3$ для зміни pH на 0,1, т/га	Витрати $CaCO_3$ на ΔpH , т/га
	вихід-не	опти-мальне			
Дерново-підзолистий	<4,5	5,5	1,2	0,35	4,2
	4,6-5,0	5,5	0,7	0,47	3,29
	5,1-5,5	5,5	0,2	0,90	1,80
Сірий опідзолений	<4,5	5,9	1,6	0,86	10,8
	4,6-5,0	5,9	1,1	0,79	8,69
	5,1-5,5	5,9	0,6	0,86	5,16

Примітка: На ґрунтах з pH_{KCl} 5,6-6,0 норма вапна на нейтралізацію кислотності мінеральних добрив становить 3 т/га $CaCO_3$.

Повторне або підтримувальне вапнування доцільно проводити в разі зниження pH на 0,5 одиниці, відносно оптимального значення pH для даної сівозміни, оскільки воно дає високий позитивний ефект, посилюючи дію мінеральних добрив. Строки повторного вапнування залежать від норми та якості вапнякових матеріалів, кількості опадів, форм і норм добрив, набору культур у сівозміні (табл. 30).

30. Показники кислотності дерново-підзолистих і сірих опідзолених ґрунтів (pH_{KCl}), за яких доцільно проводити повторне вапнування (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Гранулометричний склад ґрунту	Тип сівозміни			
	польова із значними площами льону	польова з багаторічними травами та невеликими площами льону, картоплі, люцерни	польова з цукровими буряками та люцерною	кормова та овочево-кормова
Піщаний і супіщаний	4,8	6,0	5,3	5,2
Легко- та середньо-суглинковий	5,0	5,2	5,6	5,4
Важко суглинковий та глинистий	5,2	5,4	5,8	5,6
Торфовий	4,4	4,6	5,2	5,0

Середня періодичність вапнування ґрунтів у різних регіонах України неоднакова: на Поліссі – 6-7 років, у Лісостепу – 6-9, Карпатах і Закарпатті – 4-6 років. Вапнування проводять практично протягом усього року. В теплий період вапнують перезволожені ґрунти і ґрунти на горбистих ділянках полів, навесні та восени – добре дреновані ґрунти, влітку – вільні від посівів поля. Вапно можна вносити взимку на

рівні поля, на яких висота снігового покриву не перевищує 30 см. При цьому вологість вапнякових добрив має бути не вищою за 7%, а швидкість вітру – не більш як 5 м/с. Вапно вносять під культури, які добре реагують на вапнування, або під їх попередники, а половинні норми – також під льон і люпин. Його не можна вносити взимку на посівах озимих культур і багаторічних трав.

За даними агрохімічної служби України, за підвищення рН дерново-підзолистих ґрунтів від 5 до 6, врожайність озимої пшениці зростає на 45-50%, ячменю на 12-15%, а за підвищення рН від 4,4 до 5,5 врожайність озимого жита збільшується на 20-25%. Оптимальні значення рН у польових сівозмінах з озимою пшеницею для дерново-підзолистих ґрунтів Полісся становлять близько 6, для ґрунтів Лісостепу – 6,5-6,7.

Багаторічними польовими дослідженнями та спостереженнями у виробничих умовах встановлено, що вапнування кислих ґрунтів забезпечує підвищення врожаю озимих зернових на 2,5-3,0 ц/га, озимої пшениці – до 5, коренів цукрових буряків – до 40-50, сіна конюшини – до 10 ц/га.

Приріст урожаю та вартість додаткової продукції, отриманої внаслідок вапнування сильно- й середньокислих ґрунтів, у 2-3 рази вищі, ніж при вапнуванні слабкокислих. Особливо високі прирости врожаю дають овочеві культури, багаторічні трави, кормові коренеплоди і кукурудза. Позитивна дія повної дози вапна за тривалий період (7-8 років) забезпечує приріст урожаю близько 30 ц/га зернових культур.

До хімічної меліорації належить і **гіпсування лужних ґрунтів** – солончаків, солонців та ґрунтів із різним ступенем солончакуватості і солонцюватості. Засолені ґрунти поширені в Степовій та Лісостеповій зонах України, де займають площу близько 2,2 млн. га орних земель. Концентрація легкорозчинних солей у них досягає 0,1-0,3%.

Солонці й солонцюваті ґрунти, як правило, розміщуються в комплексі з іншими ґрунтами, займають від 4 до 80% площі. Мають негативні водно-фізичні та агрономічні властивості, що пояснюється підвищеним вмістом у них колоїдів та значною кількістю увібраних катіонів натрію і магнію. Вони характеризуються підвищеною лужністю (рН 7,5-9,5), високою в'язкістю, липкістю, поганими водопроникністю і набуханням у вологому стані, сильним ущільненням, розтріскуванням і безструктурністю в сухому стані. На таких ґрунтах рослини страждають від нестачі вологи в посушливі та від нестачі повітря – у вологі періоди.

За глибиною залягання сольового горизонту **засолені ґрунти поділяють** на: **солончакові** (солі в шарі 0-30 см); **солончакуваті** (30-

80 см); **глибоко солончакуваті** (80-150 см); **глибоко засолені** (глибше 150 см).

За вмістом увібраного натрію їх поділяють на: **несолонцюваті** – <5% ємності вбирання; **слабкосолонцюваті** – 10-20%; **солонці** – >20% (залягають окремими плямами).

За складом солей солонці поділяють на содові, содово-сульфатні, сульфатно-содові, хлоридно-содові, содово-хлоридно-сульфатні (Лісо-степ), хлоридні, сульфатні, хлоридно-сульфатні (Степ).

Гіпсування ґрунтів проводять за вмісту увібраного натрію понад 5% ємності катіонного обміну. Витісняють увібраний натрій та нейтралізують ґрунт внесенням гіпсу, фосфогіпсу, сульфату заліза, сульфату алюмінію, хлориду або нітрату кальцію, дефекату, неорганічних кислот (сірчаної, соляної, азотної), кислих органічних відходів промисловості (лігнін) тощо.

Найчастіше для меліорації солонців і засолених ґрунтів використовують гіпс і фосфогіпс. **Норму гіпсу** визначають за формулою:

$$H = 0,086 (Na - 0,1E)hd,$$

де H – норма гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), т/га;

Na – вміст увібраного натрію, мг-екв/100 г ґрунту;

E – ємність вбирання, мг-екв/100 г ґрунту;

h – глибина меліоративного шару ґрунту, см;

d – щільність ґрунту, г/см³.

Ефективність гіпсування залежить від ступеня зволоження ґрунтів, реакції ґрунтового розчину, глибини залягання ґрунтових вод, способів внесення гіпсу тощо. Меліоранти краще вносити по паровому полю під просапні культури (кукурудзу, цукрові буряки) та багаторічні бобові трави. На солонцюватих ґрунтах повну їх норму вносять під оранку. На мілкостовпчастих солонцях половину норми меліоранту вносять під оранку, а решту – під культивуацію, на глибокостовпчастих солонцях – 0,75 норми під оранку і 0,25 норми – під культивуацію.

Ефективне поліпшення солонцюватих ґрунтів і солонців можливе в разі комплексного застосування агротехнічних, меліоративних, агрохімічних і біологічних заходів, які мають охоплювати: внесення меліорантів; обробіток ґрунту чизельними розпушувачами на глибину 35-45 см або плантажну оранку на глибину 55-60 см; вирівнювання поверхні поля; регулювання поверхневого стоку, влаштування дренажу й промивного водного режиму за рахунок зрошення і снігозатримання; внесення органічних, зелених і мінеральних добрив; створення після меліорації сприятливого агробіологічного фону висіванням солестійких

рослин (у перші роки – буркуну, суданської трави, люцерни, а в міру окультурення – ячменю, озимої пшениці, сорго, цукрових буряків).

4.6. Застосування сидератів

У XX ст. вміст гумусу в українських чорноземах зменшився на половину. Родючість ґрунту, яка формувалася тисячоліттями, було зруйновано і втрачено за неповних 100 років. Запобігти подальшому виснаженню ґрунту можна за умови бездефіцитного балансу гумусу. Тобто, та частина органіки й елементів живлення, яку використовують для формування врожаю сільськогосподарських культур, повинна повертатися в ґрунт у вигляді пожнивних решток, побічної продукції, органічних та мінеральних добрив.

Згідно з даними наукових установ, для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу за насичення зерно-бурякової сівозміни просапними культурами до 28% та наявності в ній поля багаторічних трав потрібно вносити на кожний гектар сівозмінної площі 8-10 т/га гною і 120 кг/га д. р. мінеральних добрив. Якщо поля багаторічних трав немає, то норму гною треба збільшувати на 2-3 т/га.

В інтенсивних сівозмінах, насичених на 50% просапними культурами, для виходу на бездефіцитний баланс гумусу слід вносити 10-14 т/га гною, за наявності поля багаторічних бобових трав, та 14-17 т/га – без такого поля.

У 90-х рр. минулого століття рівень внесення мінеральних і органічних добрив катастрофічно знизився. Високий відсоток розораності сільськогосподарських угідь (понад 80%), зменшення внесення мінеральних добрив у 8, органічних – у 5, вапнування – в 6 разів привело до зниження вмісту гумусу в ґрунті на 0,2-0,3%.

Виникла потреба вишукувати засоби для збереження та відновлення родючих властивостей орного шару. І одним з ефективних засобів підвищення родючості ґрунту є **сидерати**.

Слідом за Європою, останніми роками в США і Канаді, посилюється тенденція до **біологізації рослинництва** (починаючи з удосконалення сівозміни, в яку включають трави і бобові культури). Якщо сівозміна надто спрощена і вузькоспеціалізована, то до неї включають у максимальному обсязі проміжні й **сидеральні посіви**, які поліпшують плодозмінність у чергуванні та фітосанітарний стан посівів основної культури.

Зелена маса рослин, яка заробл'яється в ґрунт, щоб збагатити його органічною речовиною, називається **зеленим добривом**, що є най-

дешевшим і найефективнішим способом комплексного відродження землі. Внесення зелених добрив називається **сидерацією**, а рослини, які висіваються спеціально для використання на зелене добриво, **сидератами**.

Біологічні процеси, що відбуваються в ґрунті, значною мірою залежать від діяльності вищих рослин, зокрема їх кореневих систем. Утворена рослинами, органічна речовина включається в біологічний колообіг і внаслідок цього ґрунт збагачується на неї. В агрофітоценозах, де частина надземної маси рослин відчужується з поля, органічна речовина утворюється в ґрунті в основному за рахунок кореневих систем рослин, що беруть участь у біогенній акумуляції, перенесенні та перерозподілі елементів живлення у ґрунтовому профілі. Чим більша кількість післязбиральних решток і коріння поповнює органічну частину ґрунту, тим вищою буде його біологічна активність.

Роль бобових рослин у підвищенні родючості ґрунту не обмежується збагаченням його азотом і органічними рештками. Органічна маса бобових рослин багатша на кальцій і фосфор, які вони засвоюють з глибоких шарів ґрунту, і тим самим збагачують верхні його шари.

Післяжнивні рештки бобових культур сприяють утворенню більшої кількості гумінових кислот, які, сполучаючись із кальцієм, магнієм та іншими катіонами ґрунту, закріплюють у гумусі поживні речовини, сприяють формуванню доброї структури та поліпшують фізичні властивості ґрунту.

Коренева система рослин має важливе значення для мобілізації культур. За даними О.І. Зінченка (1996), після різних польових культур у ґрунті залишається від 35-45 до 70-100 ц/га і більше кореневих і післяжнивних решток. Так, на посівах багаторічних трав у ґрунті щорічно залишається 60-80 ц/га сухої маси коренів. За 3-4 роки вирощування люцерна залишає 25-30 т/га органічної маси, в якій міститься 450-500 кг/га азоту, 100-120 фосфору, 350-400 кг/га калію. Кореневі рештки бобових трав (люцерни, конюшини, озимої і ярої вики, буркуну) містять у 2-3 рази більше азоту, значно більше фосфору і кальцію, ніж кореневі рештки злакових культур.

З урахуванням здатності бобових рослин, особливо їх кореневої системи, мобілізувати елементи живлення у верхньому шарі ґрунту, ці рослини використовують як **зелене добриво**, або сидерат, з метою підвищення родючості ґрунтів. Для цього придатні бобові (люпин, буркун, серадела) і небобові рослини (озимий і ярий ріпак, олійна редька, жито, гречка, гірчиця біла, озима свиріпа).

Як **зелене добриво** рослини використовують такими **способами**:

1) **повним** – приорюють усю вирощену зелену масу рослин; 2) **укісним** –

врожай зеленої маси використовують на корм тваринам, а на зелене добриво – тільки післяукісні рештки; 3) **отавним** або **комбінованим** – перший укіс є кормом, а отаву приорюють як зелене добриво.

Більш раціонально вирощувати сидерати, як проміжні культури, коли з весни до збирання вирощується основна культура (озимі, ранні ярі зернові, рання картопля, капуста та інші), а після збирання основної культури сіються сидеральні культури. В структурі посівних площ сидерати повинні займати не менше 20%.

Основні сільськогосподарські культури вегетаційний період використовують не повністю, і тому для проміжних посівів залишається достатня кількість тепла, світла та опадів. Для того, щоб забезпечити нормальні сходи сидеральних культур, необхідно мати запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту не менше 20 мм, а за багаторічними даними на 1 серпня її запаси становлять близько 25 мм. При подальшому рості сидеральні культури починають використовувати вологу з метрового шару ґрунту, запаси якої повинні бути не менше 70 мм, а фактично бувають до 100 мм.

Для післязбиральних культур в Правобережному Лісостепу залишається ще понад 75 днів вегетаційного періоду з сумою ефективних температур понад 800°C, за період їх росту випадає 170 мм опадів, в той час, гірчиця, олійна редька, горох, кормова капуста, гречка, ярий ріпак, люпин, вико-овес для формування врожаю зеленої маси використовують 40-60 днів вегетаційного періоду з сумою активних температур 600-800°C.

Крім вищезгаданих ярих культур, добрі результати дають суміші: овес + горох, овес + вика, люпин + овес, гірчиця + горох, гірчиця + пелюшка. Добрі результати дає посів озимого ріпаку з житом. Відразу після сходів рослини сидератів починають працювати на родючість ґрунту.

Сонячна енергія на полях, зайнятих сидератами, не пересушує верхні шари землі, не вбиває мікрофлору, вона використовується рослиною для фотосинтезу – накопичення органічної маси. Давно відомо, що рослина за рахунок фотосинтезу створює біля 95% сухої речовини, один квадратний дециметр поверхні листя за годину засвоює з повітря до 7 мг вуглекислого газу.

За даними Інституту сільського господарства Полісся УААН внесення 300 ц/га зелених добрив за дією на агрохімічні властивості ґрунту дорівнює 25-30 т/га перегною.

При посіві олійної редьки в квітні місяці, в липні урожай зеленої маси на легкосуглинистих ґрунтах становить 310 ц/га, вміст елементів

живлення на одному гектарі: азоту – 34, фосфору – 55, калію – 83 кг. При посіві в першій декаді серпня, на кінець вересня – початок жовтня урожай маси олійної редьки становив 340 ц/га, вміст азоту – 38, фосфору – 61, калію – 94 кг/га.

Ґрунт під сидератами не так перегрівається, не пересихає, в ньому весь час активно діють мікроорганізми, дощові черв'яки, які також працюють на підвищення родючості, на збагачення орного шару органічними речовинами. Поверхню ґрунту захищає рослинний покрив і хоч на короткий період створюються умови, наближені до природних для відновлення родючості.

При використанні сидератів повністю на зелене добриво, всі 95% маси, одержаної від фотосинтезу, і 5% – з ґрунту вноситься в землю.

Сидерати відіграють велику роль як **протиерозійний ґрунто - захисний захід**. Протягом літньо-осіннього періоду ґрунт під сидератами не так розмивається і ущільнюється дощами, вода не стікає по поверхні, не змиває родючого шару, а вбирається ґрунтом і поповнює запаси вологи. Дощові краплі не розмивають грудочки землі, не замулюють пори ґрунту, вони спокійно стікають по рослинах. Дощова вода в верхніх шарах ґрунту розчиняє поживні речовини і виносить їх в нижні горизонти, звідки рослини їх не використовують, забруднюються ґрунтові води, а коріння сидератів перехвачує ці розчини і використовує для формування маси.

Газоподібні втрати азоту з внесених мінеральних добрив на пару у два рази більші, ніж під рослинами.

Під сидератами майже немає бур'янів – вони їх пригнічують, тому можна з впевненістю сказати, що сидерати очищають ґрунт від бур'янів. За даними Інституту сільського господарства Полісся, при підрахунку в липні на контролі (без сидератів) на 1 м² була 131 рослина бур'янів, а під пелюшкою – 58, під олійною редькою – 50, під гірчицею – 49 рослин. Біологічна ефективність сидератів в боротьбі з бур'янами відповідно становила 56, 62, 63%. Слід додати, що рослини бур'янів під сидератами були витягнуті, недорозвинені, з дуже малою масою і багато з них не змогли зав'язати насіння.

Необхідно відзначити і велику **фітосанітарну роль**, яку відіграють сидерати. Вони нейтралізують ґрунтовою, несумісність рослин, різко знижують шкоду від шкідників і хвороб. Картопля, посаджена по люпиновому сидерату, значно менше пошкоджується колорадським жуком.

Сидерати відіграють позитивну роль не тільки як добриво і санітар, але і як **додаткова культура** в системі сівозміни, вони зменшують

розрив при розміщенні культур. Навіть при повторному розміщенні однієї і тієї ж культури, посіяні та зароблені в землю післязбиральні сидерати значно знижують шкідливість монокультури.

Сільськогосподарські культури, розміщені після сидератів, дають більш високоякісну продукцію, особливо льон, хміль, картопля, овочі. За багаторічними даними Інституту сільського господарства Полісся, використання сидератів на хмелеплантаціях збільшує врожай шишок на 2,1 ц/га, вміст альфакислоти зростає на 0,1...6%. Хміль краще і швидше досягає, плантації не забруднюються пилом.

Бобові культури збагачують ґрунт азотом, який фіксують з повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхньому корінні. Накопиченого азоту вистачає сидеральній культурі і наступній після неї. Бобові – кращі сидеральні культури.

Гречка, люпин і гірчиця мають здатність використовувати з ґрунту важкодоступні для інших рослин малорозчинні форми добрив і перетворювати в доступну форму, підтягуючи їх з глибоких шарів в орний шар ґрунту.

Сидерати краще **заробляти** в ґрунт **пізно восени**, ґрунт якнайдовше вкритий рослинами, а потім – мульчею. Як правило, до кінця жовтня запаси ґрунтової вологи (навіть в Лісостепу) повністю відновлюються в межах 180 мм і сидеральна маса потрапляє у вологе середовище. В таких умовах сидеральна маса дуже повільно розкладається, а значить, сполуки не вимиваються у нижні шари ґрунту, втрати поживних речовин як від вимивання, так і втрати газоподібного азоту – мінімальні. Навесні при підвищенні температури ґрунту починається розклад рослин-сидератів, виділення значної кількості вуглекислого газу, що сприяє ґрунтовому і повітряному живленню рослин.

При **заробці** сидератів **рано в теплий період осені**, вони швидко розкладаються, сполуки мінералізації дощами вимиваються у нижні шари ґрунту, де є малодоступними для рослин. Цей процес особливо інтенсивно проходить на легких піщаних ґрунтах, де втрачається значна частина органіки і різко знижується ефективність зеленого добрива.

При заробці сидератів рекомендується вносити фосфорно-калійні мінеральні добрива в розрахунку 30-40 кг/га діючої речовини. Найбільш ефективним є використання сидератів разом з половинною дозою органічних добрив.

Здебільшого **сидерати заробляються** в ґрунт дисковими лушпильниками (вірніше – перемішуються з ґрунтом). Поверхневий обробіток

сприяє активізації роботи ґрунтових мікроорганізмів, дощових черв'яків і, як результат, підвищенню родючості ґрунту. У верхньому шарі ґрунту живуть і працюють аеробні бактерії, яким потрібно багато повітря (кисню). Вони "харчуються" мертвими рослинними рештками, розкладаючи їх, доводячи до мінералізації, і нагромаджуючи мінеральний азот.

Період розкладу швидкий, і в залежності від умов (температура і вологість, контакт з ґрунтом) триває 30-60 днів.

В результаті діяльності аеробних бактерій утворюється гумус (перегній). В глибоких шарах ґрунту з обмеженим доступом повітря знаходяться анаеробні бактерії, які уповільнено розкладають мертві рослинні рештки, нагромаджують гумус. При поверхневому обробітку ґрунту (плоскорізом, дисками) всі бактерії залишаються в своїх шарах, в звичних природних умовах, не зазнаючи змін, продовжують працювати над розкладом решток рослин, живлячись ними. Деякі бактерії діляться через 30 хв., за добу даючи мільйони нащадків. Відмираючи, вони поповнюють запаси гумусу в ґрунті.

Зелена маса сидератів, приорана на глибину 30 см, до весни не розклалась, а перетворилась на кислий силос. Отак, не знаючи життя ґрунту, можна скомпрометувати суть сидерації. В цьому разі плуг перемістив аеробні бактерії в умови життя без доступу повітря, а анаеробні – у верхній, насичений повітрям шар ґрунту, в результаті чого і ті, і інші в більшості загинули, не виконавши роботи по розкладу рослинних решток.

В останні роки з'явилися бактеріальні препарати, які активізують свою діяльність в ґрунті, підвищуючи його родючість. Проте їх краще застосовувати у поєднанні з сидератами, що заробляються у верхній шар ґрунту, без його обертання. Ці препарати дуже ефективно працюють при компостуванні відходів рослинництва.

В останні роки при зростанні родючості ґрунту (внаслідок щорічного внесення зелених добрив) сидерати дають масу, яку важко заорати (висотою 180-200 см). В такому разі більше половини рослин по висоті скошується і складається в копичку, а решта якісно приорується на глибину не більше 12 см. Після оранки (кінець жовтня) нарізуються борозни і укладається туди зелена маса з копичок і присипається на 1-2 см ґрунтом.

Навесні на копички вноситься аміачна селітра і суперфосфат по 15-20 г/м. п., кладеться картопля і загортається, утворюючи гребінь.

Більшість сидератів – **добрі медоноси**. Особливо корисно, коли хрестоцвіті (капустяні) культури (тифон, озимий ріпак) зацвітають рано

навесні, тому що в цей період майже немає квітучої рослинності та спостерігається масовий літ бджіл.

Одним із видів застосування сидератів є **удобрення соломою**. Розширення площ під зерновими культурами призвело до збільшення виробництва **соломи**, яку раніше майже повністю використовували як корм. Скорочення поголів'я худоби, перехід до технологій інтенсивної відгодівлі, в раціонах якої соломи немає або вона становить незначний відсоток, дає можливість широко використовувати її як важливе джерело повернення органіки в ґрунт.

Солома є енергетичним матеріалом для культурного ґрунтоутворення, що дає змогу замкнути малий біологічний кругообіг речовин, який було розімкнено за систематичного відчуження більшої частини біологічної продукції рослин. Внесення соломи збільшує вміст гумусу, поліпшує структуру ґрунту, знижує схильність до ерозії, стимулює процес азотфіксації. Вона є джерелом живлення для ґрунтових мікроорганізмів, без яких доступність окремих елементів живлення була б обмежена. Поліпшуються також водний і повітряний режим та вбирна здатність ґрунту.

Механічний аспект внесення соломи. Удобрення соломою не є простим агрозаходом. Для того, щоб вона стала по-справжньому цінним органічним добривом, а не наповнювачем, який заважає обробітку ґрунту, солома має якнайшвидше розкладатися. На жаль, у більшості випадків удобрення нею проводять із грубими технологічними порушеннями. Зокрема, її подрібнюють і залишають надовго на поверхні ґрунту. За цей час швидко втрачаються запаси вологи з ґрунту, солома пересихає, і її розкладання починається лише після рясних дощів. Результативність удобрення соломою залежить від того, як її подрібнили комбайном, розкидали по полю і загорнули в ґрунт.

Тому **збирати культуру** потрібно тільки комбайнами з подрібнювачами, дотримуючись таких вимог: 1) висота зрізу під час збирання – не вище 20 см; 2) довжина 75% часток соломи не повинна перевищувати 10 см, а часток понад 15 см – не більше 5%; 3) по полю солому розстеляти рівномірно, не утворюючи валків; 4) солому загортати за допомогою дискової борони (БДТ-7) на глибину до 12 см одразу ж після збирання культури, не допускаючи висихання ґрунту. Достатня вологість забезпечує ефективну роботу мікроорганізмів і швидке розкладання соломи; 5) аміачну селітру вносити перед загортанням соломи з розрахунку N_{10}/t соломи (орієнтовно: 1 ц селітри на 1 га); 6) обов'язковим є проведення зяблевої оранки.

Якщо подрібнити солому немає можливості через відсутність комбайнів із подрібнювачами, тоді проблему можна вирішити з

допомогою регулювання висоти зрізу під час збирання. За прямого комбайнування висота стерні може становити 30 і навіть 40 см. Тобто майже половина соломи все-таки залишається в полі, причому рівномірно розподіленою. Після збирання таку стерню обробляють важкими дисковими боронами.

Негативні результати одержуємо в разі **спалювання соломи й стерні**. Це неприпустимий прояв безгосподарності. Бо в такому разі знищується багато корисних мікроорганізмів і різко знижується потенціальна родючість ґрунту. Безповоротно втрачаються органічні вуглець і азот. Крім того, завдається велика шкода довкіллю. Спалювання соломи – чи не єдиний сільськогосподарський фактор шкодочинності, що прирівнюється до промислових викидів у повітря.

Агрохімічний аспект внесення соломи. Великою помилкою є нехтування таким агрозаходом, як внесення в ґрунт азоту. Річ у тім, що для розкладання соломи потрібні мікроорганізми, які мають білкову природу. Під час їх розмноження для побудови клітин цих мікроорганізмів з ґрунту вилучається азот, який змінюється на білок. При цьому велике значення має співвідношення вуглецю й азоту, яке у різних органічних рештках різне. Мінералізація буде повноцінною, якщо таке співвідношення дорівнює 20:1. У соломистих рослинних рештках воно становить 50-100:1. За таких умов мінералізація (розкладання) соломи може тривати близько двох років. Щоб знизити співвідношення C:N, поліпшити умови мінералізації і сприяти активному формуванню біомаси мікроорганізмів, необхідно вносити азотні добрива.

Отже, **приорювання соломи** без внесення азотних добрив призводить до різкого зменшення вмісту мінерального азоту в ґрунті та зниження врожаю наступних культур. А внесення соломи в кількості 35-40 ц/га з компенсацією азоту (з розрахунку N_{10}/t соломи) за своїм впливом на підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур рівноцінне внесенню 18–20 т/га гною.

Для життєдіяльності мікроорганізмів потрібна також достатня кількість **фосфору**: його вносять із розрахунку P_8 на кожну тону соломи, особливо це важливо на ґрунтах із недостатнім вмістом доступного фосфору. Тому найдоцільніше в цей час внести фосфорні та калійні добрива. За високих температур фосфор і калій швидше входять до складу ґрунтового комплексу та ефективніше використовуватимуться наступною культурою сівозміни.

Внаслідок мінералізації рослинних решток із них вивільняється значна кількість елементів живлення, які повертаються в ґрунт. На-

приклад, на кожен тону зерна з приороною соломою пшениці в ґрунт повертається $N_7P_3K_{16}Mg_2$, а на кожен тону насіння ріпаку з приороною масою залишається $N_{14}P_6K_{40}Mg_3$. Тоді елементи живлення виносить лише основна частина продукції – зерно.

Співвідношення зерна до соломи, залежно від особливостей сорту й технології вирощування, в озимій пшениці може становити 1:1,0-1,5. За врожайності 40 ц/га зерна на 1 га залишається 40-60 ц соломи. За умови, що в солімі міститься 0,5% азоту, 0,2 – фосфору, 1 – калію, 0,3 – кальцію, по 0,15% магнію й сірки, в ґрунт із цією кількістю соломи повертатиметься орієнтовно така кількість макроелементів: $N_{20-30} P_{8-12} K_{40-60} Ca_{12-18} Mg_{6-9} S_{6-9}$.

Розрахунок зроблено тільки щодо соломи, а ще частина органіки залишається у вигляді стерні та кореневої системи рослин.

Найкращі результати одержують у разі поєднання двох способів альтернативного удобрення органікою. Після подрібнення й загортання соломи в ґрунт, треба висіяти сидеральні культури. Найчастіше використовують капустяні види, тоді ґрунт наповнюється органікою з двох джерел: соломи та зеленої маси. Крім того, сидерати, їхня коренева система та зелена маса сприяють мінералізації соломи та прискорюють цей процес. Пізно восени всю масу приорюють.

За умови ранніх жнив і достатніх запасів вологи в ґрунті, редька олійна або гірчиця біла в разі висівання з 20 липня по 10 серпня формує високий урожай зеленої маси до 20-30 вересня. Тому таку систему удобрення соломою й зеленою масою можна застосовувати і під озимі культури.

Отже, комплексне застосування сидератів і соломи дозволить покращити баланс елементів живлення в ґрунті, збільшити кількість органічної речовини та суттєво оптимізувати агрономічні властивості ґрунтів, зменшуючи внесення мінеральних добрив.

4.7. Біотехнології та використання ЕМ-технологій у рослинництві

Біотехнологія та генна інженерія – науки, що дивляться у майбутнє людства... На зміну старим технологіям йде **біотехнологія**, і на сучасному етапі тільки за її допомогою можна вирішити екологічні, енергетичні та продовольчі проблеми, які стоять перед людством. У сільському господарстві розвинених країн настав новий етап "зеленої революції", пов'язаний з розвитком **біотехнологій**, під якою розуміють

створення і використання нових організмів, продуктів, отриманих за допомогою методів генної інженерії, культури органів і тканин *in vitro* та ін.

Вперше термін «біотехнологія» застосував угорський інженер Карл Ерекї у 1917 році. **Біотехнологія** (від грец. «*bios*» - життя, «*teken*» - мистецтво, «*logos*» - наука).

Згідно визначенню Європейської біотехнологічної федерації (заснована у 1978 р.) Біотехнологія – це наука, яка застосовує знання у галузі мікробіології, біохімії, генетиці, генної інженерії, імунології, хім. технології, приладо – та машинобудуванні та використовує біологічні об'єкти (мікроорганізми, клітини тканин та рослин) або молекули (нуклеїнові кислоти, білки, ферменти, вуглеводи) для промислового виробництва корисних для людей та тварин речовин та продуктів.

Академік М.М.Семенов сказав, що жива клітина безмежно перевищує будь-який завод надзвичайною злагодженістю процесів, ювелірною точністю результатів, економічністю та раціональністю. Але і цього недостатньо, і тоді вченим доводиться створювати методами генної інженерії рослини з новими, корисними для людини властивостями. Ці рослини називають транс генними, тому що вчені ввели в їхній генотип гени інших організмів.

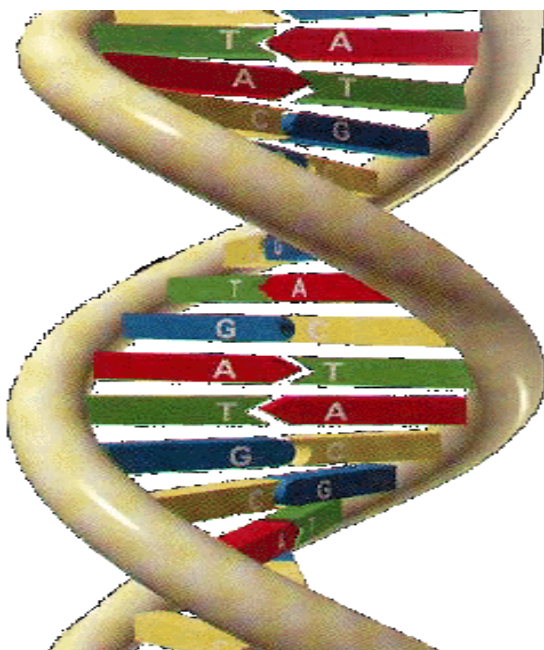


Рис. 8. Загальний вигляд молекули ДНК.

Біотехнологія як наука поділяється на напрямки:

Генетична інженерія та генотерапія;

- Клітинна інженерія;

- Інженерна ензимологія (отримання та застосування ферментних препаратів);

- Імунобіотехнологія;
- Біоелектроніка;
- Біоелектрохімія;
- Біоніка;
- Нанотехнологія;

Основні напрями розвитку біотехнології в рослинництві:

1) підвищення вмісту білка і незамінних амінокислот у продукції сільськогосподарських рослин, що досягається створенням так званих *генетично модифікованих організмів*, насамперед *трансгенних* рослин. Вони набувають господарсько-цінних ознак, внаслідок перенесення генів, які їх зумовлюють, зокрема від бактерій;

2) отримання бактеріальних добрив (азотфіксуючих бактерій), біопестицидів;

3) створення сортів і гібридів культурних рослин, стійких до хвороб, шкідників. Так, у США вирощують рослини томатів, картоплі, бавовнику, що набули стійкості до комах; рослини томатів, картоплі, стійкі до патогенних вірусів. Отримано сорти рослин, стійких до гербіцидів суцільної дії, що значно полегшує боротьбу з бур'янами і здешевлює технологію вирощування, оскільки зникає потреба у застосуванні селективних гербіцидів.

У промисловому масштабі біотехнологія це індустрія, яка має галузі:

- Виробництво білка, амінокислот, вітамінів, ферментів;
- Виробництво лікувально-профілактичних та діагностичних препаратів (вакцин, сироваток, антигенів, алергенів, інтерферонів, антибіотиків);
- Отримання гербіцидів та біоінсектицидів;
- Отримання нових порід тварин, сортів рослин;
- Вирощування тканинних та клітинних культур рослинного та тваринного походження;
- Виробництво полімерів та сировини для текстильної промисловості;
- Отримання метанолу, етанолу, біогазу, водню;
- Переробка виробничих та господарських відходів, стічних вод, гною тварин;
- Біоремедіація (утилізація небезпечних викидів нафти, хімікатів, які забруднюють ґрунти та воду);

- Біогеотехнологія (раніше трактувалося як мікробне вилужування металів. Вивчає видобуток металів з руд за допомогою мікроорганізмів).

Біотехнологічну промисловість інколи поділяють на 4 спрямування:

«Червона біотехнологія» - виготовлення біофармацевтичних препаратів (протеїнів, ферментів, антигенів, антитіл) для людини, а також корекція генетичного коду.

«Зелена біотехнологія» - розробка та впровадження у культуру геномодифіковані рослини.

«Біла біотехнологія» - виробництво біопалива, ферментів та біоматеріалів для різних галузей промисловості.

Академічні та державні дослідження – наприклад, розшифровка геному людини, геному рису.

Біотехнологія використовує процеси обміну речовин, які відбуваються в клітинах живих організмів, для отримання корисних продуктів. Така складна технологія має давнє походження, адже більшість повсякденних продуктів (хліб, вино, пиво, йогурт) – не більш ніж результат застосування методів біотехнології.

Одне з найбільших захопливих застосувань генетики – генна інженерія. Вона надає людству великі можливості, хоча може створювати й проблеми. Розвиток цієї галузі біології став можливим завдяки великим науковим досягненням другої половини ХХ століття.

Слід зазначити, що серед учених немає одностайності щодо можливого ефекту досліджень з генної інженерії, впливу їх на здоров'я та безпеку людини, а також на функціонування екологічних систем.

Існують крайні погляди, згідно з якими біотехнологія має бути заборонена, оскільки знання про неї недостатні для гарантування повної безпеки людини. Висловлюється й протилежна думка: застосування генної інженерії безпечне і потребує мінімального контролю. При цьому основним аргументом є те, що принципової відмінності між генною інженерією і селекцією немає. До того ж при генній інженерії виконуються відомі, заздалегідь сплановані модифікації, а швидкість процесу вища.

Причиною інтенсивного застосування досягнень генної інженерії в сільському господарстві є різке збільшення чисельності населення світу.

За висновками експертів ФАО, у 2030 р. весь світовий приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок нових сортів рослин.

Сьогодні у 120 видів рослин існують транс генні форми (соя, кукурудза, бавовник, ріпак, картопля, помідори, буряки, гарбузи, тютюн, льон, закінчуються досліді із транс генними рисом та пшеницею та ін.).

Найбільшого поширення набули транс генні сорти картоплі стійкі проти колорадського жука Атлантик і Новий лист. Українським вченим Рудасом виведені трансгенні сорти помідорів Жираф і Шедевр-1 і 2, у генотип яких введено ген, який зумовлює поступове дозрівання плодів.

Свідченням високих темпів розвитку біотехнології є зокрема те, що у 1997 р. у США і Канаді трансгенні кукурудзу, сою, ріпак, цукрові буряки вирощували на мільйонах гектарів. Трансгенна соя тільки в США займала 12%, кукурудза – 6, бавовник – 13% усіх посівних площ цих культур (рис. 9). Площа земель, засіяних генетично зміненим насінням, швидко збільшується (на 60 % у рік).

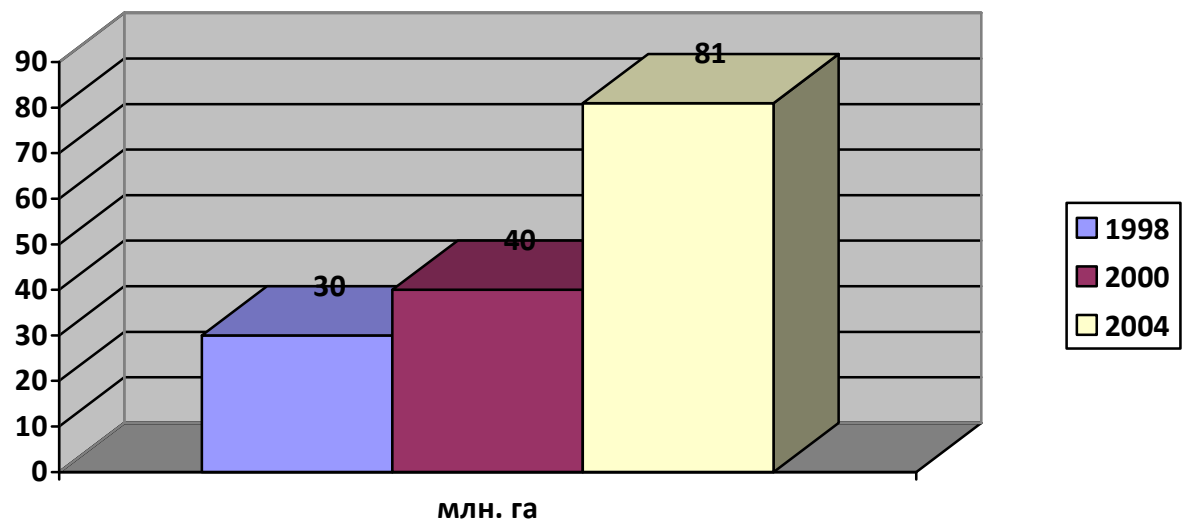


Рис. 9. Динаміка впровадження транс генних культур в господарську діяльність людини

Чільне місце у біотехнологічних дослідженнях посіли корпорації "Дюпон", "Новартіс", "Монсанто", "Рон-Пуленк", "Карсіл".

В 1999 році Україна спробувала впровадити деякі трансгенні культури, але на даний момент промислового використання цих культур немає. Хоча, за даними директора **ТОВ «Соєвий вік»** Моніча Руслана Васильовича, станом на 2013 рік, 50% сої в Україні генетично-модифікованої.

Вже зараз Україна імпортує продукцію компаній, які використовують трансгенні культури. Це і компанія Coca-Cola, і Nestle, і McDonalds, Cadbury, PepsiCo.

На нашу думку варто відмітити позитивні та негативні сторони застосування ГМО-культур:

позитивні:

- спрощення технологій вирощування с/г культур;
- відсутність забруднення навколишнього середовища пестицидами та отруто-хімікатами;
- значне підвищення врожайності за рахунок зниження шкідливих впливів комах та мікроорганізмів;
- значне підвищення врожайності за рахунок зниження шкідливих впливів комах та мікроорганізмів;

негативні:

- ГМ-рослини чи тварини являють собою певний ризик, адже невідомо, як вони поведуть себе в екосистемах;
- генетично змінені організми, які з'являються випадково, можуть перетворитися в носіїв нових хвороб;
- безконтрольний перенос чужорідних генів з трансгенних організмів у природні може призвести до активації раніше невідомих або утворення нових патогенів.

Враховуючи зростаючий інтерес до біотехнологічної продукції та збільшення посівних площ під ГМ-культурами, в рамках державних ініціатив передбачене поглиблення наукових досліджень по оцінці ризику біотехнологічної продукції.

При цьому **оцінка генно-модифікованого організму** за критеріями **безпеки** в кожній країні складається з двох основних напрямів:

- дослідження біобезпеки генно-модифікованих організмів;
- визначення харчової безпеки генно-модифікованих організмів та продуктів харчування з них.

Біотехнологія – важливий, але не єдиний елемент науково-технічного прогресу в аграрному секторі, тому необхідний комплексний підхід до цього питання з урахуванням альтернативних технологій. Одним з таких напрямків розвитку є органічне землеробство.

Родючість ґрунту створює "**жива речовина**", яка складається з мільярдів ґрунтових бактерій, мікроскопічних грибків, хробаків та інших живих організмів. Перероблюючи органічні рослинні залишки та мінеральні речовини, бактерії забезпечують харчування хробаків, які істотно поліпшують структуру і родючість ґрунту.

Суть **родючості ґрунтів** полягає у "годівлі бактерій та інших живих істот", які живуть у ґрунті. Необхідно нагодувати спочатку мікробів і хробаків, а вони, у свою чергу, нагоднують рослини. Ні

мінерали, ані органіка, самі по собі не переходять у засвоювану форму. Цю функцію виконують мешканці ґрунтів, про яких і необхідно піклуватися у першу чергу. Така постановка питання в проблемі ґрунтів вимагає від агрономів зміни традиційного мислення, відмови від глибокої відвальної оранки. Інтенсивна хімізація полів знищила мікрофлору і тварин ґрунтового співтовариства, які є основними відтворювачами родючості ґрунту.

Ґрунти, у яких переважають анабіотичні чи регенеративні мікроорганізми, є винятково родючими. Рослини, які вирости на таких ґрунтах, прекрасно розвиваються, вони здорові, стійкі до хвороб і шкідників. Такі ґрунти без усяких хімікатів, пестицидів і штучних добрив демонструють постійне збільшення родючості. Якщо ж у ґрунті переважають дегенеративні чи патогенні мікроорганізми, розвиток рослин ослаблений, вони не стійкі до різних захворювань та шкідників і вимагають допінгу у вигляді штучних добрив і пестицидів. На жаль, такий деградований, виснажений стан ґрунтів має тенденцію до розширення навіть у країнах з високим рівнем агротехнологій. **Інтенсивна хімізація** полів, застосування пестицидів і штучних добрив, разом з важким сільськогосподарським устаткуванням, знищують мікрофлору ґрунту.

Практика показала, що поліпшити поживний режим ґрунтів, подолати шкідників і хвороби сільськогосподарських культур масовим застосуванням хімічних засобів не вдається. В природних, здорових агроценозах рослина живе в оточенні корисних мікроорганізмів, і лише вони здатні відтворювати природне середовище, підтримувати потрібний для комфортного існування живих істот баланс поживних речовин, а відтак – максимально реалізовувати потенціал урожайності.

Крім **екологічних чинників** мають вплив і суто економічні: виробництво і внесення добрив та ЗЗР потребує значних енергозатрат. Приміром, у розвинутих країнах на виробництво азотних добрив витрачають майже третину енергії, яка споживається в сільському господарстві. Не меншу проблему становить і дефіцит сировини для виробництва фосфорних добрив, що обумовлює їхню високу вартість.

Тому в світі популяризуються ідеї **біоорганічного рільництва**, за якого застосування хімічних добрив та пестицидів допускається мінімально або зовсім не дозволяється. Нині світовий ринок біотехнологій для сільського господарства та харчової промисловості оцінюється майже в 50 млрд. американських доларів і щороку зростає на 20-30%.

Біологічне рільництво з використанням органічних добрив може вирішити проблему деградації ґрунтів і відтворення їхньої родючості, але потребує підвищення продуктивності. Навіть якщо вдасться забезпечувати потрібні обсяги органіки, гарантувати продовольчу безпеку за такого способу господарювання – годі й мріяти. Розв'язавши екологічні проблеми, матимемо натомість соціальні. До того ж, під час розщеплення органічних відходів утворюються парникові гази, які теж не на користь довкіллю.

Оптимальним підходом на сьогоднішній день можна вважати так зване **екологічне землеробство**, яке не передбачає відмови від застосування синтетичних речовин і водночас виключає забруднення навколишнього середовища, тобто поєднання хімічних і органічних сполук з мікробними препаратами. Йдеться про фізіологічно оптимальні дози добрив, які повністю споживаються рослиною на початковому етапі вегетації, а далі, з допомогою спеціально підібраного комплексу мікроорганізмів, рослина самостійно забезпечує свої потреби за рахунок природних ресурсів. Мікроорганізми, поселяючись на корінні рослини, теж спрацьовують як стимулятори росту, імунорегулятори і як фунгіциди, витісняючи патогенну мікрофлору, позитивно впливають на кількісні й якісні характеристики врожаю. А після жнив – залишаються в ґрунті.

Перед наукою постала задача створення стійкого симбіозу мікроорганізмів, який сприяє забезпеченню рослин живленням і придушенню патогенної мікрофлори. Вперше це вдалося в 1988 році японцю **Теро Хіга**. Ним були відібрані 86 лідируючих регенеративних штамів, які виконують увесь спектр функцій з живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища, які одержали назву **ЕМ (ефективні мікроорганізми)**. В основі методу – застосування складних мікробіологічних комплексів з кількох (навіть декількох десятків) мікроорганізмів, які доповнювали б один одного. ЕМ-технології не замінюють традиційні сільськогосподарські технології, але можуть значно підвищити їхню ефективність. У тім, на думку деяких учених, зокрема й українських, такі препарати будуть насправді ефективними за умови, якщо комплекс мікроорганізмів виділено із природного середовища.

Складною задачею було поєднання всіх ЕМ у концентрованому розчині, в якому вони могли б тривалий час міститися при їхній повній збереженості, при цьому умови життєдіяльності деяких з них прямо протилежні, наприклад, наявність або відсутність кисню. Але складна

задача була успішно вирішена.

Успіх виявився приголомшуючим, зі створенням **ЕМ-препарату** була створена нова технологія землеробства – **ЕМ-технологія**, і з її появою почалася нова ера екологічного землеробства. В залежності від інтенсивності застосування нової технології та ступеня зараженості ґрунтів, врожай збільшувався в 1,5-4 рази. Але головною перевагою **ЕМ-технології** стала можливість за 3-5 років, виключивши застосування хімічних добрив і пестицидів, повернути ґрунтам високу природну родючість і при цьому одержувати високоякісний, екологічно чистий врожай.

Головною причиною виняткової багатофункціональності ЕМ-препарату є дуже широкий діапазон дії мікроорганізмів, які входять до його складу. До найбільш великих **груп мікроорганізмів**, які входять до складу ЕМ-препарату, належать:

Фотосинтезуючі бактерії – вони синтезують корисні речовини, використовуючи сонячне світло та тепло ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри, які сприяють розвитку і росту рослин.

Молочнокислі бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин, утворених фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який придушує шкідливі мікроорганізми та прискорює розкладання органічної речовини. Молочнокислі бактерії розкладають лігніни та целюлозу, ферментують ці речовини, придушують *Fusarium*, нематод.

Азотфіксуючі бактерії поглинають атмосферний азот і закріплюють його у вигляді азотних з'єднань, збільшуючи запас азоту в ґрунті.

Дріжджі синтезують біологічно активні речовини з амінокислот і цукрів, які продукуються фотосинтезуючими бактеріями та корінням рослин. Секреції дріжджів – корисні субстрати для молочнокислих бактерій і актиноміцетів.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини – антибіотики, які придушують ріст шкідливих грибів і бактерій.

Ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* швидко розкладають органічні речовини, виробляючи етиловий спирт, складні ефіри й антибіотики. Вони запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками.

Були проведені численні експерименти та промислові іспити препарату в багатьох російських регіонах і країнах СНД, які показали

високу його ефективність. Так, тільки передпосадкове замочування овочевого насіння при наступному вирощуванні культур звичайним способом, збільшує врожай на 10-60%. Однократне обприскування сходів ЕМ-препаратом у концентрації 1:1000 дає збільшення врожайності на 10-30%. ЕМ-технологія істотно підвищує стійкість рослин до хвороб, шкідників, несприятливих погодних факторів, зокрема до посухи та заморозків.

В останнє десятиліття ЕМ-технологія дуже активно впроваджується у світі, її використання стало частиною національної політики багатьох держав - від слаборозвинених, таких як Таїланд, до США, Японії, країн ЄС.

Досвід застосування ЕМ-технологій в Запорізькій області ТОВ "Данко" (Оріхівський район) при вирощуванні озимої пшениці показав, суттєву перевагу над звичайними технологіями. Так, застосування ЕМ-технологій в порівнянні із стандартними дозволило отримувати на кожному гектарі додатково до 15 центнерів пшениці та 10 – соняшнику.

На п'ятий рік застосування ЕМ-технологій рентабельність може сягнути двохсот відсотків. Найбільш ефективним в цій технології є внесення ЕМ - препарату в період серпень-вересень до посівів озимих культур.

На українському ринку вже з'явилися американські та канадські біопрепарати для сої. У розвинутих країнах продаж насіння бобових разом із відповідним мікробним препаратом є нормою, адже ці культури дають найкращий ефект від штучної інокуляції.

ЕМ-технології почали свій розвиток з Японії і Росії. У цій системі використовуються живі ефективні мікроорганізми (ЕМ), які містяться в ЕМ - препаратах "Байкал ЕМ-1", "Восток", "Сяйво-1", "Сяйво-2".

ЕМ-препарати. На основі концентрату ЕМ-1 виробляються наступні похідні продукти:

ЕМ-препарати рідинного типу:

- ЕМ-А – основний препарат багатоцільового використання;
- ЕМ-5 – засіб боротьби зі шкідниками та хворобами рослин;
- ЕМ-ферментований рослинний екстракт (далі ЕМ-екстракт) – різновид рідинного препарату, для виготовлення якого використовується свіжа подрібнена рослинна маса (бур'яни, лугові трави тощо).
- ЕМ-продукти твердофазного типу:
- ЕМ-Бокаші – ферментовані зерно та зернові висівки;
- ЕМ-компост – ферментовані органічні рештки.
- ЕМ-керамічний порошок.

ЕМ - препарати використовуються:

1) у польових умовах: для обробки ґрунту, посівного матеріалу та вегетативної маси рослин;

2) у закритому ґрунті: для приготування ґрунтосумішей, обробки ґрунту теплиць, обробки посівного матеріалу, вирощування розсади, обробки рослин.

Показання до використання. Прискорення коренеутворення й росту пагонів; стимулюють вегетативний ріст кореневої системи; збільшення врожайності сільськогосподарських культур, кількості бутонів у квіткових рослин; покращення утворення й дозрівання квіток, бутонів і, як наслідок, збільшення кількості зернівок, плодів, ягід тощо, й в цілому врожайності рослин; покращення декоративності ландшафтних і квіткових рослин; пригнічення патогенних мікроорганізмів ґрунтового походження (наприклад, збудника фузаріозу); збільшення стійкості проти шкідників, головним чином, за рахунок їх дезорієнтації, репелентним властивостям препаратів і морфологічним змінам побудови листової поверхні та стебел (збільшення кутикули). Ефективні мікроорганізми покращують фізичний, хімічний і біологічний склад ґрунту.

Для обробки рослин і ґрунту використовуються такі робочі розчини ЕМ-А, ЕМ-5 або ЕМ-екстракту в розведенні з чистою, не хлорованою водою: 1:2, 1:10, 1:50, 1:100, 1:250, 1:500, 1:750, 1:1000 й 1:2000. Для кращого живлення мікроорганізмів і як ад'ювант (прилипач) можна додавати до робочого розчину мелясу або цукор в пропорції 1:1, тобто до кількості препарату додають рівнозначну кількість поживного середовища (особливо це рекомендується робити при великому співвідношенні розведення - 1:500, 1:750, 1:1000 та 1:2000).

ЕМ-А рекомендується використовувати протягом всього сезону, починаючи з моменту, коли температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5°C і вище.

Влітку лімітуючими факторами використання ЕМ можуть бути тепловий режим ґрунту, повітря, але особливо вологість ґрунту. Тому препарат краще вносити перед дощем, по росі або вночі з достатньою кількістю води в робочому розчині. ЕМ-бокаші також не можна вносити при приморозках на поверхні ґрунту до -10°C.

ЕМ-А дає гарні результати, коли вноситься по поживних рештках. Він дає змогу дуже швидко трансформувати залишкову органіку та наситити ґрунт необхідними поживними речовинами. Препарат також використовується для обробки насіння, провокування росту бур'янів,

обробки вегетуючої маси, захисту рослин від хвороб і шкідників та покращення здатності продукції протистояти гнилісним процесам і шкідникам під час зберігання.

Для боротьби з шкідниками та хворобами рослин використовується ЕМ-5, який діє не як хімічний засіб і не є отрутою. Він використовується, щоб попередити ураження хворобами та пошкодження шкідниками сільськогосподарських рослин за рахунок підвищення імунітету та зміцнення тургору рослин, створення антиоксидантного біополя у ґрунті, руйнації звичного для шкідників середовища тощо. Відлякуючи комах та створюючи для них певний бар'єр, він діє як своєрідний репелент, дозволяє контролювати розвиток і кількість комах. ЕМ-5 використовується методом розпилення на рослини в концентрації 1:250, 1:500 і 1:1000. Обприскування розпочинають зразу після проростання, до того як з'являться хвороби та шкідники. У разі, коли хвороби або шкідники все-таки з'явилися, слід застосовувати ЕМ-5 частіше та більш концентрованим.

Протипоказання та обмеження до використання. Змішування та одночасне використання ЕМ-препаратів із пестицидами не допускається. Повторний обробіток вже протруєного пестицидами посівного матеріалу забороняється. Використання ЕМ-препаратів і пестицидів повинно бути розмежовано у часі на 7-10 діб, але не менше 4-5 діб.

Не можна вносити ЕМ-бокаші (ЕМ-компост) у пристволову зону та одночасно використовувати з високими нормами хімічних добрив та хлорумісними речовинами.

Не можна обробляти саджанці або розсаду ЕМ-препаратами раніш, ніж через 3-14 діб після висадки у ґрунт. ЕМ можуть, і через наявність пошкоджень кореневої системи, визнати рослину як об'єкт для харчування й ферментувати її.

Також треба, при визначенні кількості та періодичності застосування ЕМ-препаратів, брати до уваги наявність органіки у ґрунті – у деяких випадках може статися конкуренція кореневої системи рослин і ЕМ за наявні поживні речовини.

Особливості використання: ЕМ-препарати можна змішувати та одночасно використовувати з регуляторами росту природного походження, деякими біологічними препаратами та добривами (крім сильних окислювачів), при концентрації останніх до 1,5% у робочому розчині.

Використання ЕМ-препаратів на озимих та ярих зернових культурах. Зразу після збирання попередника, де використовується подрібнення рослинних решток, проводиться обробіток ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га. Через 14 діб вносять ЕМ-бокаші в кількості 5-10 т/га,

але за тиждень до висіву посівного матеріалу. У випадку, якщо як попередник використовується чорний пар, спочатку вноситься ЕМ-бокаші в кількості 3-7 т/га під дискування ґрунту, а потім через 14 діб вноситься ЕМ-А – 60-90 л/га.

Обробка посівного матеріалу розчином ЕМ-А проводиться в пропорції 1:1000. Обробляється зерно цим розчином методом занурення або безперервно розпилюється на насіння, або обробляється в протруювальних машинах. Норма витрати становить 10-20 л/т робочого розчину (0,322-0,625 л/т ЕМ-А). Насіннєвий матеріал в той же день висівається.

При настанні фази 3-4 листків зернових культур (початок кушіння) вноситься ЕМ-А в дозі 20-60 л/га, але до 5-10 жовтня.

Весною, через 7-14 діб після настання +10°C повітря та фізичної стиглості ґрунту (ранньовесняного боронування, закриття вологи) в період III-IV етапу органогенезу (фазу кушіння, початку виходу в трубку), вноситься ЕМ-А в дозі 20 л/га. При потребі, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб, проводиться обробка посівів ЕМ-5 в дозі 2-3 л/га. Препарати вносять ввечері, вранці або похмурі прохолодні дні. ЕМ-А можна вносити по росі або перед дощем.

Використання ЕМ-препаратів на сої. Влітку або восени зразу після збирання попередника, де використовується подрібнення рослинних решток, проводиться обробіток ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га. Через 7 діб вносять ЕМ-бокаші в кількості 3-5 т/га. Обробку ЕМ-препаратами необхідно проводити до 5-10 жовтня.

Посівний матеріал сої обробляється бульбочковими бактеріями (нітрагін, ризоторфін тощо) згідно їх рекомендацій. Зразу після посіву проводять обприскування ґрунту ЕМ-А в дозі 40-60 л/га.

При настанні фази 1-5 справжніх листків сої вноситься ЕМ-А в дозі 60 л/га. При висоті рослин 20-30 см проводиться повторне обприскування посівів ЕМ-А дозою 40-60 л/га. При потребі, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб, проводиться обробка посівів ЕМ-5 в дозі 2-3 л/га.

Використання ЕМ-препаратів на соняшнику. Влітку або восени обробіток подібно до сої. Обробка посівного матеріалу розчином ЕМ-А проводиться в пропорціях від 1:1000, методом занурення або безперервно розпилюється на зерно, або обробляється в протруювальних машинах. Норма витрати 10-20 л/т робочого розчину (0,15-0,350 л/т ЕМ-А). В той же день здійснюють сівбу. Зразу після посіву проводять обприскування ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га.

При настанні фази 2-4 листків соняшника вноситься ЕМ-А в дозі 30-60 л/га. Перед змиканням міжрядь проводиться обприскування посівів ЕМ-А дозою 30-40 л/га. При потребі, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб, проводиться обробка посівів ЕМ-5 в дозі 2-3 л/га. Препарати вносять ввечері, вранці або похмурі прохолодні дні. ЕМ-А можна вносити по росі або перед дощем.

Використання ЕМ-препаратів на озимому ріпаку. Зразу після збирання попередника, де використовується подрібнення рослинних решток, проводиться обробіток ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га. Через 7 діб вносять ЕМ-бокаші в кількості 5-10 т/га, але за 20-30 діб до висіву посівного матеріалу.

Обробка посівного матеріалу розчином ЕМ-А проводиться в пропорціях від 1:1000. Обробляється насіння цим розчином методом занурення або безперервно розпилюється на нього, або обробляється в протруювальних машинах. Норма витрати 10-30 л/т робочого розчину (0,15-0,50 л/т ЕМ-А). Можна додавати інертний матеріал для поглинання зайвої вологи. В той же день насіння висівається.

При настанні фази 3-5 листків вноситься ЕМ-А в дозі 40-60 л/га, але до 5-10 жовтня.

Весною, через 7-14 діб після настання +10°C повітря та фізичної стиглості ґрунту (ранньовесняного боронування, закриття вологи), в період відновлення вегетації вноситься ЕМ-А в дозі 60 л/га. При висоті рослин 30-40 см проводиться наступний обробіток посівів ЕМ-А в дозі 20-40 л/га. При потребі, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб, проводиться обробка посівів ЕМ-5 в дозі 2-3 л/га.

Використання ЕМ-препаратів на цукровому буряку. Влітку або восени зразу після збирання попередника, де використовується подрібнення рослинних решток, проводиться обробіток ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га. Через 7 діб вносять ЕМ-бокаші в кількості 10 т/га. Обробіток ЕМ-препаратами необхідно проводити до 5-10 жовтня.

Обробка посівного матеріалу розчином ЕМ-А проводиться в пропорціях від 1:1000. Обробляється насіння цим розчином методом занурення, безперервного розпилення або в протруювальних машинах. Норма витрати робочого розчину 10-20 л/т (0,322-0,625 л/т ЕМ-А). Насіння в той же день висівається. Зразу після посіву проводять обприскування ґрунту ЕМ-А в дозі 60-90 л/га.

При настанні фази 3-6 листків цукрових буряків вноситься ЕМ-А в дозі 40-70 л/га. Перед змиканням міжрядь проводиться обприскування

посівів ЕМ-А дозою 20-40 л/га.

При потребі, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб, проводиться обробка посівів ЕМ-5 в дозі 2-3 л/га. Препарати вносять ввечері, вранці або похмурі прохолодні дні. ЕМ-А можна вносити по росі або перед дощем.

Питання для самоконтролю:

1. Формування якості продукції в інтенсивному землеробстві.
2. Поліфункціональна роль ґрунту в біосфері.
3. Агроекологічна роль гумусу. Органічна частина ґрунту та живлення рослин.
4. Яке фізіологічне значення азоту, фосфору та калію в житті рослин?
5. Фізіологічні основи кореневого живлення.
6. Макро- та мікроелементи. Інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами.
7. Особливості будови кореневої системи та її функції.
8. Поділ культур за способами живлення.
9. Застосування біогумусу. Класифікація культур за чутливістю до біогумусу.
10. Симбіотична та асоціативна азотфіксація молекулярного азоту повітря.
11. У чому полягає екологічна роль багаторічних бобових трав?
12. Вкажіть причини збільшення коефіцієнтів використання добрив рослинами?
13. Як впливають кліматичні чинники на мінеральне живлення рослин?
14. Які речовини входять до складу біосфери?
15. Поясніть суть процесів амоніфікації, нітрифікації та денітрифікації.
16. Як впливає на засвоєння елементів живлення рослинами реакція ґрунтового розчину?
17. Класифікація рослин за відношенням до родючості ґрунту.
18. Фактичний рівень та перспективи застосування добрив на Україні.
19. Основні закони землеробства. Що таке система застосування добрив?
20. Терміни і способи внесення добрив.
21. Охарактеризуйте визначення оптимальних норм добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур.

22. Застосування біодобрих та їх ефективність.
23. Вкажіть переваги біодобрих над іншими видами добрив?
24. Охарактеризуйте види, значення, основні способи, технологію, показники та ефективність хімічної меліорації.
25. Розрахунок норм внесення вапна та гіпсу.
26. Використання ЕМ-технологій у рослинництві.
27. Використання ЕМ-препаратів на зернових, соняшнику та ріпаку.
28. Охарактеризуйте застосування сидератів.
29. Сухі сидерати та їх значення.
30. Які основні завдання системи удобрення?

РОЗДІЛ 5. АГРОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОСЛИННИЦТВА

5.1. Сівозміна – важливий біологічний і агроекологічний фактор рослинництва

Організаційно-технологічні заходи спрямовані на максимальне використання біогенетичного потенціалу культурних рослин агроєкосистеми та отримання високих врожаїв біологічно чистої продукції. Вжиття цих заходів великою мірою впливає на біотичні взаємовідносини в агроєкосистемі. До них належать: сівозміни, обробіток ґрунту, удобрення, хімічні меліорації, строки сівби, очищення насіння та норми його висіву, строки збирання врожаю.

Основою кожної системи виробництва рослинницької продукції є сівозміна. Сівозміна є провідною ланкою зональної системи землеробства та ефективним *агробіотичним чинником*, який у рослинництві слід використовувати максимально.

Сівозміна – це науково-обґрунтоване чергування культур та парів у просторі та часі на певній території по полях. Дотримання сівозмін забезпечує отримання найбільш високої продуктивності культур, створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин, підвищення родючості ґрунту та зниження чисельності шкідників, хвороб і засміченості посівів.

Посіви бобових і злакових культур у чистому вигляді або суміші заповівають ґрунтовтомі, накопиченню в ґрунті різних токсинів за рахунок специфічних кореневих виділень рослин, сприяють розвитку корисних **ендомікоризних, мікоризних грибів**. Мікориза активує симбіотичну азотфіксацію рослинами, надходження фосфору в рослини.

Сівозміни не повинні порушувати біологічні вимоги до чергування в них культур. Категорично забороняється висівати озимі та ярі колосові по стерньовому попереднику. Для поліпшення балансу азоту в ґрунті та утворення вертикальної орієнтації пор аерації, бажано мати в сівозміні поле багаторічних бобових трав. У сівозміні повинні бути поля, в яких після збирання основної культури (ранні зернові) післяжнивно висівають сидерати (озимі та ярі ріпак і суріпиця, олійна редька, біла гірчиця, буркун, фацелія та ін.) (табл. 31).

Так, яру пшеницю краще розміщувати після пару, багаторічних трав, просапних культур, а ячмінь – після кукурудзи, пшениці та зернобобових культур. Не допускати сусідства ярих і озимих культур, тому що в іншому випадку будуть створюватися умови для швидкого поширення інфекції багатьох хвороб (іржа, борошниста роса та інші) і шкідників (шведська муха, гессенська і т. д.).

31. Наукові рекомендації розміщення сільськогосподарських культур по попередниках
(О.А. Любович та ін., 2005)

Культура	Строк повернення на старе місце, pp.	Попередники																		
		Чистий та зайнятий пар	Озима пшениця по пару	Озима пшениця по непарових попередниках	Озиме жито	Ячмінь	Овес	Кукурудза на зерно	Горox	Просо	Гречка	Цукровий буряк	Соняшник	Соя	Картопля	Кукурудза на силос	Кормові коренеплоди	Однорічні трави	Люцерна	Еспарцет
Озима пшениця	1-3	Х	Д	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Н	Д	Н	Н	Н		Д	Н	Х	Х	Х
Озиме жито	1-2	Х	Х	Д	Н	Д	Д	Д	Н	Х	Н	Н	Н	Н		Д	Н	Х	Х	Х
Ячмінь	1-2			Д	Д	Н	Х		Д	Д	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Д	Х	Х	
Овес	1-2			Д	Д	Н	Х		Д	Д	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Д	Х	Х	
Кукурудза на зерно	0		Х	Х	Х	Д	Д	Д	Н	Х	Н	Н	Х	Х	Д	Д	Д	Н	Н	
Горox	3-4			Х	Х	Х	Х	Н	Д	Д	Х	Н	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Н	Н
Просо	3-7		Х	Х	Х	Х	Д		Н	Д	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Н	
Гречка	2-3		Х	Х	Х	Х	Д		Д	Н	Н	Н	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
Цукровий буряк	3-4		Х	Д	Н	Н	Н		Н	Н	Н	Н	Н	Д	Н	Н	Н	Д	Х	
Соняшник	6-8			Х	Х	Х	Х	Х	Д	Д	Д	Н	Д	Д	Н	Д	Н	Х	Н	Н
Соя	3-4		Х	Х	Х	Х	Д	Н	Н	Д	Д	Н	Н	Н		Х	Д	Х	Н	Н
Картопля	1-2		Х	Х	Х	Х	Н		Д	Д	Н	Н		Н	Н	Д	Н	Х	Х	
Кукурудза на силос	0		Х	Х	Х	Х	Д		Д	Д	Х	Д	Х	Х	Х	Х	Д	Х	Х	
Кормові коренеплоди	3-4		Х	Х	Д	Н	Н		Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Д	Н	Х	Х	
Однорічні трави	1-2			Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Н	Д	Н	Н	Х	Х	Х	Х	
Люцерна	5-7			Х	Д	Х	Х	Х	Д	Д	Н	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Х	Н	Н
Еспарцет	3-4			Х	Д	Х	Х	Х	Д	Д	Н	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Х	Н	Н

Х - найкращий варіант розміщення; Д- допустимий; Н - недопустимий; без позначки – недоцільно

В разі вирощування у сівозміні **рослин-фітомеліорантів** – буркуну, люцерни, на солонцюватих і осолоділих ґрунтах значно поліпшується біологічна активність ґрунту.

Спеціалізація сівозмін, насичення їх до оптимальних розмірів окремими культурами (групами культур) з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичних зон, міжгосподарської і внутрішньогосподарської спеціалізації, різноякісності ґрунтів, за рівнем родючості та схильності до ерозії. Ущільнення сівозмін проміжними культурами, з метою підвищення їх загальної продуктивності і ґрунтозахисної ефективності, посилює позитивний вплив на фітосанітарний стан і родючість ґрунтів. Використання сучасних сівозмін, дозволяє створювати в них оптимальні умови для провідних культур, при їх вирощуванні за інтенсивними технологіями.

Сівозміна є також одним із основних чинників у рослинництві, використання якого дає змогу значно скоротити внесення мінеральних добрив та пестицидів, які з екологічного погляду не завжди виправдані. При дотриманні сівозмін, добору кращих попередників та стійких сортів рослин вдається значно зменшити кількість патогенів, зберегти вологу й поживні речовини в ґрунті.

Для розробки комплексної системи боротьби з бур'янами у сівозміні, потрібні вірогідні дані щодо їх видового і кількісного складу на кожному полі (потенційні запаси насіння бур'янів у орному шарі ґрунту, забур'яненість посівів повних сходів культурних рослин і перед збиранням їх урожаю).

У сівозмінах важлива роль відводиться проміжним посівам, які здатні знизити забур'янення наступної культури на 30-40%.

Для більшості сільськогосподарських культур встановлено **період повернення** їх у сівозміні на попереднє поле, дотримання якого запобігає нагромадженню шкідників і збудників хвороб у ґрунті. Для зернових культур він становить 2-3 роки, цукрових буряків – 4-6, соняшнику 8-10, льону, люпину – 6-7 років. За цей період під впливом розвитку корисної мікрофлори ґрунт оздоровлюється.

Сівозміна дає змогу забезпечити культури кращим попередником, що не має спільних хвороб і шкідників, віддалити їх у часі, забезпечити просторову ізоляцію посівів. Цього досягають багатопільними (8-12 полів) сівозмінами, де повніше використовуються можливості плодозміни.

Сьогодні велика частина земель із великих аграрних підприємств потрапляє у мілкі приватні, фермерські та присадибні. В них різко збільшується кількість повторних посівів, що спричиняє їх монокультурне використання. Фітосанітарна ситуація на цих землях може дуже швидко погіршитись, що зумовить необхідність застосування великої кількості хімічних засобів захисту рослин. Для цих земель потрібно розробляти обґрунтоване чергування культур, виходячи з природних умов і спеціалізації.

В основі сівозміни присутні такі критерії: 1) регулювання режиму органічної речовини ґрунту і мінеральних елементів живлення; 2) підтримання задовільного структурного стану ґрунту та інших фізичних властивостей; 3) регулювання водного балансу агроценозів; 4) попередження процесів ерозії та дефляції; 5) регулювання фітосанітарного стану ґрунту.

До проблематичних факторів, що не дозволяють виключення науково-обґрунтованого чергування культур без великих втрат, відносять розвиток бурякової нематоди, кореневої гнилі, діабротіки кукурудзи та ряд інших. У тих випадках, коли беззмінне вирощування культур призводить до накопичення специфічних шкідників, помітно підвищується витратність виробництва за рахунок застосування пестицидів. У сівозмінах різко зростає значущість мікробіологічного чинника, що істотно.

Структура посівних площ. Структура (співвідношення) посівних площ основних груп польових культур – зернових, технічних, кормових для різних ґрунтово-кліматичних зон різна. Вона визначає основний напрям спеціалізації рослинництва і має бути економічно, агрономічно й екологічно обґрунтованою. У Лісостепу та Степу посіви зернових культур займають 55-60% площ, технічних – 15-20%, кормових – 25-30%, на Поліссі – відповідно 45-50, 5-6 і 45-60%. Такі співвідношення площ під культурами, поряд із раціональним використанням ґрунтів, природно-кліматичного потенціалу регіону рослинами, забезпечують екологічно стійкі агроландшафти, на яких можна отримувати високі врожаї екологічно безпечної продукції сільськогосподарських культур. Ці співвідношення можуть дещо змінюватись залежно від спеціалізації господарства та за рахунок введення нових культур (соя, амарант, східний козлятник, суданська трава тощо).

У вдосконаленні структури посівних площ і сівозмін важливе значення має розміщення багаторічних трав, зокрема у ґрунтозахисних сівозмінах. Першочерговим завданням рослинницької науки є адекватне розміщення культур відповідно до їх біологічних вимог, що може бути досягнуто формуванням спеціалізованих сівозмін відповідно до родючості ґрунтів.

Підтвердженням локалізації розміщення культур, що вимагають підвищеної родючості ґрунтів, є обмежене застосування органічних добрив у зв'язку із скороченням тваринництва.

Доцільна також локалізація розміщення груп культур з різним відношенням до кислотності, що буде сприяти значному зменшенню витрат вапна. Для сівозмін з льоном, картоплею, люпином, житом, вівсом відводять ділянки з рН в орному шарі 5,5-6,0; для зерно-травяно-просапних сівозмін з кукурудзою і коренеплодами – з рН 6,1-6,5, для зерно-бурякових, овочевих, кормових сівозмін – з рН 6,5-6,7.

Класифікація сівозмін. Тип сівозмін визначають залежно від сільськогосподарського виробництва, виходячи з місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Під типом сівозмін розуміють сівозміни різного виробничого призначення, які різняться за видом основної продукції, що виробляється. Існують польові, кормові, овочеві та спеціальні сівозміни.

Залежно від співвідношення площ посіву сільськогосподарських культур і пару, для кожного типу існують види сівозмін. **Видом сівозміни** називають сівозміну певного типу, що різниться набором просапних, технічних, кормових культур, пару, багаторічних трав та їх впливом на родючість ґрунту.

Польовими вважають сівозміни, в яких більш як половина площі відведена під зернові та технічні культури. В ринкових умовах на їх більшій частині вирощується товарна продукція. За видами вони можуть бути зерно-просапними, зерно-паровими, зерно-паро-просапними, плодозмінними, травопільними, сидеральними.

У **зерно-просапних сівозмінах** чергуються посіви зернових культур, що займають 50-60% сівозмінної площі, з просапними культурами (35-45%). Пар відсутній, на його місці висівають багаторічні й однорічні трави, зернобобові. Це основний вид польових сівозмін у Лісостепу і частково на Поліссі. Основна продукція – зерно, сировина цукрових буряків, льону-довгунця і корми.

У **зерно-парових сівозмінах** посіви зернових культур, що займають 60-70% сівозмінної площі, чергуються з чорним паром. Такі сівозміни застосовують у посушливих районах Степу. Основна продукція – зерно.

У **зерно-паро-просапних сівозмінах** посіви зернових культур (50-70%), чергуються з чорним паром (6-10%) і просапними культурами (30-40% сівозмінної площі). Висівають також однорічні і багаторічні трави. Польові сівозміни цього виду мають значні площі в степових і південно-східних лісостепових районах. Основна продукція – зерно, соняшник, частково цукрові буряки і корми.

Просапні сівозміни визначаються великими площами просапних культур (50% і більше), які дають основну продукцію – сировину технічних, овочевих та інших культур, а також зерно і корми. Багаторічні й однорічні трави займають до 10-20% площ. Польові просапні сівозміни займають невеликі площі в краще забезпечених вологою лісостепових районах, а також на зрошуваних і частково осушених землях.

До складу **плодозмінних сівозмін** входять зернові (озимі, ярі), просапні і бобові культури, які без повторень правильно чергуються. Зернові тут займають до 50% площі, просапні – 30-40, багаторічні трави – 10-15%. Їх можна вважати різновидом зерно-просапних сівозмін.

Травопільні сівозміни передбачають значні (20-70%) площі посіву багаторічних бобових і злакових трав та їх сумішок 2-4-річного використання. Посіви зернових займають 30-50% площі, а просапних культур – 20-30%.

У **сидеральних сівозмінах** на одному чи більшій кількості полів вирощують сидеральні культури, для заробляння їх біомаси в ґрунт на добриво. Сидеральні культури вирощують у пару, в проміжних (після-укісних і післяжнивних) посівах. У таких сівозмінах зернові займають 40-50%, просапні – 16-20% площ. Сидеральні сівозміни впроваджують на бідних піщаних ґрунтах Полісся. Основна продукція – зерно (жито, овес), картопля і корми.

Кормовими вважають сівозміни, в яких більш як на половині площ вирощують кормові культури. Основне призначення цих сівозмін – забезпечення потреб тваринництва у грубих, соковитих і зелених кормах (сіно, сінаж, силос, кормові коренеплоди, зелена маса). За видом вони здебільшого травопільні з підсівом багаторічних трав, бувають траво-просапні. В цих сівозмінах в основному вирощують кукурудзу на силос і зелений корм, багаторічні й однорічні трави, коренеплоди, ячмінь та овес з підсівом трав.

Прифермські сівозміни розміщують поблизу тваринницьких ферм. На полях в основному вирощують культури, що забезпечують надходження зелених, соковитих кормів та заготівлю сіна, сінажу, силосу.

Лукопасовищні сівозміни часто вважають окремим типом, в них вирощують в основному багаторічні трави для випасання тварин, заготівлі сіна та інших видів кормів, однак їх можна віднести й до одного з видів кормових сівозмін.

Ґрунтозахисними називають **сівозміни**, в яких набір, розміщення і чергування культур забезпечують захист ґрунтів від ерозії. Вони здебільшого насичені багаторічними травами, мають кормовий напрям.

Овочеві сівозміни переважно насичені просапними овочевими культурами, можуть включати одне-два поля багаторічних бобових трав. Розміщують їх на найродючіших ґрунтах, які є в господарстві, вони мають забезпечувати високі врожаї та якість овочевої продукції.

У **спеціальних сівозмінах** вирощують рослини, які потребують спеціальних умов і агротехніки. Видова класифікація залежить від культивованих у сівозміні культур – рис, тютюн, ефіроолійні, лікарські тощо.

Рівень впровадження науково-обґрунтованих сівозмін в Україні невисокий, тому в землеробстві спостерігаються значні втрати як самого ґрунту – щорічно в межах 500 млн. т, так і гумусу – 10 млн. т. Зростає чисельність шкідливих організмів та кількість насіння бур'янів, збільшується дефіцит продуктивної вологи, постають проблеми забруднення ґрунтів та сільськогосподарської продукції пестицидами.

При нинішній паропросапній системі землеробства, недостатньому внесенні органічних добрив і відносно низькій питомій вазі багаторічних трав у структурі посівних площ, створюються умови для швидкої мінералізації рослинних решток у ґрунтах, слабкої їх гуміфікації, що супроводжується зниженням загальних запасів гумусу, виникає загроза деградації ґрунтів – погіршення фізичних властивостей, зниження природної родючості й ефективності використання мінеральних добрив.

Для підвищення рівня ефективності сівозмін, в умовах дефіциту органічних добрив, необхідно використовувати побічну продукцію (солома, гичка тощо) як органічне добриво, насичувати сівозміни сидеральними культурами за рахунок проміжних посівів.

5.2. Система обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту дозволяє створювати оптимальні умови середовища, в якому розвивається рослинний організм, шляхом поліпшення фізичних властивостей, створення умов для оптимізації водного, теплового, повітряного і поживного режимів. **Механічний обробіток** руйнує природну будову ґрунту, яка інколи є оптимальною для певних культур. Залишення ґрунту без природної мульчі (підстилки, дернини), розпилення верхнього шару, створює передумови для посилення стікання, ерозії, дефляції. Внаслідок механічного обробітку проходить руйнування ґрунтових зооценозів, скорочення зоонаселення, руйнування ходів черв'яків і коренів, зниження здатності до біологічного саморихлення. Під дією машин і робочих органів, ґрунт часто переущільнюється, що викликає необхідність чергового рихлення,

створюючи шкідливе коло. При цьому переушільнюється підорний шар, утворюється плужна підошва.

За умов інтенсивного обробітку проходить активна мінералізація органічної речовини ґрунту, виникає непродуктивна витрата гумусу. Обробіток ґрунту вимагає великих матеріальних і енергетичних витрат.

Сукупність окремих заходів (прийомів) обробітку ґрунту в порядку їх виконання, для знищення бур'янів і створення сприятливих умов для росту культурних рослин, визначає **систему обробітку ґрунту**, включає основний, перед- та післяпосівний обробіток.

Прийоми обробітку ґрунту визначаються видом ґрунтообробної техніки за одноразового та одночасного її використання – оранка, культивування, щільювання, шлейфування, прикочування тощо. Під час обробітку здійснюють такі технологічні процеси: перевертання скиби, розпушування, кришіння, перемішування, ущільнення ґрунту та вирівнювання його поверхні.

Основним прийомом обробітку ґрунту є **оранка**. Під час оранки перевертається і розпушується орний шар, підрізуються бур'яни, заробляються в ґрунт добрива та пожнивні рештки. Для забезпечення більш повного перевертання, розпушування і кришіння ґрунту, заробки пожнивних решток плуги обладнують передплужниками, які встановлюють перед кожним корпусом. Передплужник зрізує та скидає на дно борозни верхній шар ґрунту товщиною 10-12 см. Основний корпус плуга піднімає нижню частину орного шару і прикриває ним шар ґрунту, знятий передплужником. Оранку плугом із передплужником називають культурною і застосовують на ґрунтах із глибиною орного шару не менше 20 см. Передплужники не використовують, якщо в ґрунт заорюють гній, мінеральні добрива, для переорювання та обробітку осушених боліт з товстим шаром торфу, нещодавно розкорчованих ділянок.

При **перевертанні верхнього шару ґрунту** заробляються пожнивні рештки, добрива, насіння бур'янів, знищуються збудники хвороб та шкідників. Окрім того, під час перевертання перемішуються верхній родючіший та більш розпилений шар ґрунту з менш родючим нижнім, що поліпшує фізичні властивості ґрунту, сприяє біологічній активізації орного шару.

Розпушування і кришіння ґрунту поліпшує його водо-і повітропроникність, життєдіяльність мікроорганізмів, умови росту рослин, за рахунок зменшення розмірів ґрунтових частинок, взаємного їх перемішування, підвищує пористість, зменшує щільність ґрунту.

Перемішування ґрунту сприяє створенню однорідного орного шару, більш рівномірному розподілу в ньому поживних речовин.

Вирівнювання поверхні ґрунту зменшує випаровування вологи, створює кращі умови для сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Ущільнення ґрунту збільшує капілярну пористість, сприяє підняттю води з нижніх шарів до насіння, загортанню насіння на оптимальну глибину, поліпшує контакт насіння з ґрунтом.

Способи основного обробітку ґрунту поділяють на: безполицеві, полицеві, комбіновані, контурні, мілкі, мінімальні, мульчувальні, плоскорізні, поверхневі, протиерозійні, роторні та ін.

Полицевий – оранка з перевертанням скиби виконують плугами загального призначення або спеціальними – ярусними, плантажними та ін.

Глибина оранки залежить від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей вирощуваних культур. Оранка може бути **мілкою** (до 14 см), **звичайною** (14–24 см), **глибокою** (25 см і більше) та **плантажною** (понад 40 см). Плантаж застосовують при закладанні садів та ягідників. Під корене- та бульбоплоди глибина оранки становить 30–32 см, кукурудзу та соняшник – 25–27 см, зернові культури – 20–22 см. На підзолистих, солонцюватих, світло-сірих опідзолених ґрунтах із неглибоким орним шаром, його поглиблюють поступово, з обов'язковим внесенням органічних та мінеральних добрив.

Безполицевий – обробіток ґрунту, який не передбачає перевертання верхнього шару і застосовується на чистих від бур'янів полях після просапних культур у районах поширення вітрової ерозії.

Глибоке розпушування ґрунту виконується плугами без полиць, дисковими плугами, чизельними культиваторами, культиваторами-плоскорізами, культиваторами-глибокорозпушувачами.

Поверхневий (глибина обробітку до 8 см) та мілкий (до 14 см) обробіток – виконують полицевими і дисковими луцильниками, дисковими боронами, культиваторами, фрезерними знаряддями.

Луцання проводять після збирання культур суцільного способу сівби.

Його застосовують для розпушування, часткового перевертання та перемішування ґрунту, а також для підрізування бур'янів. Луцання сприяє збереженню і нагромадженню в ґрунті вологи, знищенню бур'янів та шкідників. При запізненні з луцанням, ґрунт швидко висихає і ефективність цього заходу значно зменшується. Своєчасне луцання поліпшує якість оранки, зменшує питомий опір ґрунту під час обробітку. Для луцання застосовують дискове та лемішне знаряддя.



Рис. 10. Компактор Lemken.

Плоскорізний – обробіток ґрунту із залишанням рослинних решток на його поверхні, виконують культиваторами-плоскорізами.

Передпосівний – обробіток ґрунту, який здійснюють з метою вирівнювання поверхні, накопичення і зберігання вологи, очищення поля від бур'янів, ущільнення та створення насіннєвого ложе. Проводять незадовго до посіву, на глибину загортання насіння, не допускаючи розриву між передпосівним обробітком ґрунту та посівом.

Культивація забезпечує розпушування, перевертання ґрунту, підрізування бур'янів. Виконують її просапними, паровими та універсальними культиваторами. Основними робочими органами культиваторів є лапи різних типів. Долотоподібні, пружинні лапи використовують для розпушування чистих від бур'янів ґрунтів. Підрізувальні лапи (стрілчасті, плоскорізальні, стрілчасті універсальні) використовують для неглибокого розпушування ґрунту. Під час такого обробітку шари ґрунту не перевертаються, але бур'яни добре підрізуються. Робочі органи при цьому використовуються в різних поєднаннях.

Для вирівнювання та неглибокого розпушування верхнього шару ґрунту використовують шлейфи. Шлейфування поліпшує умови сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Післяпосівний – обробіток під час вегетації рослин у системі догляду, який включає досходове й післясходове боронування, міжрядні обробітки (розпушення, підгортання). Досходове та післясходове боронування проводиться під прямим кутом до посіву, допускається пошкодження рослин не більше 10-15%. Досходове боронування виконується у фазі білої ниточки бур'янів, легкими боронами, як правило, на посівах зернових культур на 3-4 день після посіву. Післясходове боронування застосовують у фазі повних сходів культурних рослин.

Під час **боронування** неглибоко розпушується і перемішується ґрунт, вирівнюється його поверхня, частково знищуються проростки та сходи бур'янів, ґрунтова кірка. Розрізняють зубові, сітчасті, пружинні, дискові та ротаційні борони. Робочими органами зубових борін є сталеві загострені зуби. Борони є важкі, середні та легкі. У важких борін маса з розрахунку на один зуб становить 1,6-2 кг, у середніх – 1,2-1,5 кг, у легких – близько 1 кг.

У сітчастих борін зуби невеликі, шарнірно закріплені на рухомій рамі. Такі борони добре розпушують ґрунт, знищують молоді сходи бур'янів, майже не пошкоджують культурні рослини, що добре укорінилися.

Пружинні борони розпушують ґрунт на глибину до 12 см. Використовують такі борони для обробітку полів, засмічених кореневищними бур'янами, а також на кам'янистих ґрунтах і після розкорчовування лісу.

Робочими органами ротаційних борін та мотиг є диски з голчастими зубами, які вільно обертаються на валу. Використовують їх переважно для знищення на посівах ґрунтової кірки.

Для розпушування міжрядь та підрізування сходів просапних культур (букетування) застосовують просапні культиватори. Культиваторами-рослинопідживлювачами одночасно розпушують міжряддя і підживлюють рослини.

Коткуванням ущільнюють і вирівнюють поверхню ґрунту, знищують ґрунтову кірку, подрібнюють брили, які утворилися під час оранки, посилюють підняття вологи з нижніх шарів ґрунту, поліпшують контакт насіння з ґрунтом, що загалом сприяє появі рівномірних сходів. Для коткування використовують гладкі, зубчасті, кільчасті й кільчасто-шпорові котки.

Для забезпечення оптимальних умов росту і розвитку культурних рослин **обробітком ґрунту** вирішують такі основні **завдання**:

1) надання ґрунту на тій чи іншій глибині сприятливої будови, для підтримання оптимальних водно-повітряного, теплового і поживного режимів;

- 2) посилення колообігу поживних речовин, залученням їх із глибоких шарів в орний;
- 3) активування мікробіологічних процесів у ґрунті;
- 4) знищення шкідливих організмів (бур'янів, хвороб);
- 5) заробляння на потрібну глибину добрив, рослинних решток;
- 6) запобігання ерозійним процесам;
- 7) унеможливлення життєздатності багаторічних культур у сівозміні, на цілих землях, сіножаттях і пасовищах;
- 8) надання потрібних властивостей і стану верхньому горизонту ґрунту, для загортання насіння на задану глибину;
- 9) регулювання водного і сольового режимів ґрунту.

У системі заходів підвищення родючості ґрунту, культури землеробства та врожайності сільськогосподарських культур велике значення має мінімалізація обробітку ґрунту. **Мінімалізація обробітку** – новий, економічно й екологічно обґрунтований напрям у науці та практиці з обробітку ґрунту, що дає змогу зменшити його розпиленість, ущільнення, скоротити енергетичні, трудові, матеріальні витрати на механізовані польові роботи, зменшення кількості та глибини обробіток, поєднанням операцій в одному робочому процесі, за екологічно обґрунтованого застосування засобів хімізації.

Багаторічними дослідженнями й виробничим досвідом доведено, що мінімізація обробітку ґрунту доцільна за умов, коли обробіток не знижуватиме культуру землеробства, родючість ґрунту, врожайність культур і якість продукції.

Основними умовами ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту є:

- 1) оптимальна будова орного шару ґрунту, коли тверда фаза і пористість співвідносяться як 50:50, що є основною умовою створення оптимальних водного, теплового, повітряного та поживного режимів ґрунту;
- 2) наявність в орному шарі ґрунту не менш як 40% агрономічно-цінної структури, за якої в ґрунті зберігається постійно розпушений стан орного шару, від чого значною мірою залежить водний та повітряний режими ґрунту;
- 3) забур'яненість полів, особливо багаторічними рослинами (коренепаростковими і кореневищними), виключає можливість і доцільність мінімізації обробітку ґрунту, однак окремі дослідження засвідчують, що система мінімального обробітку має певні переваги в боротьбі з бур'янами, зокрема з пирієм повзучим;

4) високий рівень агротехніки, чітка технологічна дисципліна на полях, своєчасне та якісне проведення всіх польових робіт,

5) науково обґрунтоване застосування інтегрованої системи захисту рослин;

6) врахування основних властивостей ґрунтів і біологічних вимог сільськогосподарських культур та програмування їх урожайності;

7) висока технічна озброєність господарств.

За **мінімального обробітку ґрунту** усувається потреба в найбільш енергоємних операціях – оранці та глибокому розпушуванні. Вони, як і поверхневий та мілкий обробіток ґрунту, поряд зі зміною будови орного шару негативно впливають на ґрунт. Щорічно на оранку в країні витрачається близько 3,3 млн. т нафтопродуктів, 40% енергетичних і 25% – трудових ресурсів. При вирощуванні зернових культур, під час підготовки ґрунту, догляду за посівами, збирання врожаю, сільськогосподарські машини проходять полем 5-15 разів, внаслідок чого ґрунт ущільнюється й розпилюється, а в кінцевому підсумку знижується його родючість. Часте розпушування ґрунту активує біологічні процеси та мінералізацію органічних речовин, призводить до значних втрат розчинних сполук азоту, фосфору, калію, інших макро- і мікроелементів, знижує гуміфікацію, спричинює водну та вітрову ерозію.

Інтенсивний полицевий обробіток, перенасичення сівозмін просапними культурами, ерозія, надмірне зрошення, недостатнє внесення органічних добрив – все це призводить до істотного зниження вмісту гумусу.

За останні десятиліття в багатьох країнах світу вміст і запаси гумусу в ґрунтах, що використовуються під рілля, зменшились на 15-25%, а в деяких – на 50% від попереднього вмісту. Значні втрати гумусу спостерігаються в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Середньорічні втрати гумусу за останні 20 років, порівняно з темпами його втрат за попередні 80 років, зросли в Лісостеповій зоні в 1,65 рази, Степовій – у 2,4, Поліській – у 8,4 рази. Щорічні втрати гумусу, через підвищення темпів мінералізації органічної речовини, порівняно з його нагромадженням, досягають 18 млн. т на всій площі ріллі, або 0,6 т/га за рік.

Лише від водної ерозії середньорічні втрати гумусу становлять у Поліській зоні 2,4 млн. т, у Лісостеповій – 10,3, у Степовій – 11 млн. т.

Втрати гумусу нерозривно пов'язані з веденням землеробства, складовою частиною якого є система обробітку ґрунту. Віковий досвід землеробства засвідчує, що при оранці з перевертанням скиби неможливо зберігати й підтримувати запаси гумусу в ґрунтах на належному рівні.

Цілковите припинення або зведення до мінімально допустимих меж втрат ґрунтів, внаслідок ерозійних процесів і зниження інтенсивності біологічної мінералізації гумусу спроможні забезпечити регіональні, екологічно збалансовані, ґрунтозахисні безплужні системи землеробства, важливою ланкою яких, поряд із контурно-меліоративною організацією території та комплексом протиерозійних заходів, є ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, основані на мінімізації обробітку ґрунту. За існуючих обсягів використання органічних добрив лише такий обробіток здатний наблизити процеси гуміфікації до природних і забезпечити вихід землеробства на позитивний баланс гумусу.

5.3. Площа живлення та сівба польових культур

Рослини конкурують між собою за світло, вологу і поживні речовини. Залежно від виду, генотипу, вони мають різні за масою та об'ємом кореневу систему, наземну біомасу, тому неоднаково використовують відведену їм площу живлення. Величина площі живлення рослин, крім об'єму ґрунту, який охоплює коренева система рослин включає також певний наземний простір, що забезпечує рослини чинниками фотосинтетичної діяльності. В посіві рослини розміщені на такій відстані, що їхні корені й надземні органи проникають під сусідні рослини. У зв'язку з цим, розвиток рослин залежить не лише від забезпечення життєво необхідними екологічними чинниками (елементи живлення, світло, повітря тощо), а й від сусідніх із ними рослин.

Рослини реагують на зміну їх **густоти** двома **способами**: випадають з посівів або пластично змінюють свої ріст та розвиток. Неоднаковий характер розвитку різних органів і частин рослин в органогенезі під впливом різної густоти є наслідком конкуренції між ними. Отже, **змінюю густоти** посіву можна впливати на темпи розвитку рослин, їх морфологію, час закладання генеративних органів та цвітіння і, залежно від біологічних властивостей рослин, прискорювати чи сповільнювати їх розвиток.

У загущених посівах рослинам не вистачає вологи та елементів живлення, особливо азоту. Оптимальне просторове розміщення рослин на площі живлення, дозволяє максимально реалізовувати їх потенціал продуктивності.

Що стосується **повітряно-світлового живлення**, то зміна впливу та засвоєння променистої енергії сонця також залежить від площі живлення рослин й істотно впливає на розвиток надземної маси,

швидкість формування і величину фотосинтетичного апарату, інтенсивність і тривалість його роботи. В агроєкосистемах їх продуктивність визначається коефіцієнтом корисної дії ФАР, який у ценозах високоврожайних культур може сягати 5-7%, за зрошення – до 10%. В Україні він у середньому не перевищує 2%, у кращих господарствах – 4%. Як за елементи живлення, так і за сонячну енергію рослини ведуть постійну конкурентну боротьбу, що залежить від вертикального розподілу фотоелементів. Навіть за оптимального освітлення, верхні листки рослин мають переваги, порівняно із середніми і нижніми, у використанні ФАР. Тому в одновидових, чистосорткових посівах, у разі їх загушення, відбувається випадання рослин, вони витягуються у висоту і часто вилягають. У разі зрідження посівів, значна частина площі залишається вільною, і на ній швидко розвиваються бур'яни. З метою зменшення негативного впливу дефіциту світла й відповідного підвищення продуктивності фітоценозу, в рослинництві використовують багаторусні агроєкосистеми (подібно до лучного й лісового ценозів), в яких по вертикальному профілю світлова ніша зайнята низькорослою і тіневитривалою рослинністю. Перехід від одновидових агроєкосистем до полікультурних – одне з перспективних завдань оптимізації використання ФАР.

Горизонтальний розподіл рослин на певній площі визначається їх густотою та габітусом і регулюється нормою висіву, способом посіву. Горизонтальний розподіл є характерною ознакою не лише для надземних органів рослин, а й для кореневої системи. Як правило, горизонтальні розміри кореневої системи рослин у декілька разів більші за їх надземну масу. Визначальними у формуванні кореневої системи є вид та сорт культурної рослини, величина та співвідношення екологічних чинників, їх співвідношення й коливання в процесі розвитку.

Оптимізація рослинного покриву території агрофітоценозу як виду, так і певного сорту, визначається нормою висіву насіння, способом і напрямком сівби, формуванням густоти посіву та іншими агротехнологічними заходами.

Спосіб сівби і густота посіву залежать від морфологічних особливостей сортів, тривалості періоду їх вегетації. Так, ранньостиглі сорти й гібриди кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур, які розвивають меншу вегетативну масу, сіють густіше, а пізньостиглі – розріджено (табл. 32). При розміщенні їх після кращих попередників, орієнтуються на верхню межу оптимальної густоти стояння, після інших – на нижню.

32. Густота рослин кукурудзи для гібридів різних груп стиглості (тис. шт./га) (В.В. Волкодав, 2001)

№ з/п	Група	Зона вирощування			
		Степ		Лісостеп	Полісся
		без зрошення	на зрошенні		
1	Дуже ранньостигла	65-70	70-75	65-70	65-70
2	Ранньостигла	55-60	60-65	60-65	60-65
3	Середньорання	45-50	55-60	55-60	55-60
4	Середньостигла	35-40	45-50	50-55	–
5	Середньопізня	30-35	35-40	–	–
6	Пізньостигла	25-30	30-35	–	–
7	Дуже пізньостигла	25	30	–	–

Оптимальне просторове розміщення насіння, а відповідно й рослин (норми висіву), забезпечується способом посіву. Залежно від біологічних і морфологічних ознак, систем догляду за посівами, застосовують кілька способів посіву. Розрізняють звичайний рядковий спосіб сівби з міжряддями від 15 до 30 см, вузькорядний – з міжряддями 7,5-12 см, перехресний, діагонально-перехресний, широкорядний, гніздовий, квадратно-гніздовий, пунктирний, безрядковий, стрічковий, смуговий.

Звичайним рядковим способом висівають озимі та ярі зернові (пшеницю, жито, тритикале, ячмінь, овес, просо, гречку) зернобобові та їхні суміші (горох, чину, вику, люпин та ін.).

Широкорядний спосіб застосовують для посіву просапних культур – кукурудза на зерно, силос та зелений корм, цукрові й кормові буряки, соняшник, соя, гречка, сорго, насінники багаторічних трав, баштанні культури та ін.

Гніздовий спосіб – висівають у рядки в окремі гнізда по декілька насінин, ширина міжрядь – від 30 до 210 см. До цього способу належить також **квадратно-гніздовий**, за якого гнізда розміщені у вершинах квадрата, та **діагонально-гніздовий**. Гніздовий спосіб посіву дає змогу проводити обробіток міжрядь у декількох напрямках, однак такі посіви трудомісткі, тому використовуються зрідка при вирощуванні баштанних культур. Раніше цим способом вирощували кукурудзу, соняшник, цукрові буряки.

Пунктирний спосіб посівів застосовують за різної ширини міжрядь, насіння в рядку розміщують на однаковій відстані. Таким способом висівають просапні культури (кукурудза, цукрові й кормові буряки, соя, соняшник та ін.).

Безрядковий суцільний спосіб – посів насіння врозкид вручну або механізовано. У сільськогосподарських підприємствах використовують рідко, в екстремальних ситуаціях, коли неможливо висіяти насіння через сошник, на присадибних ділянках – часто.

Стрічковий спосіб – чергують широкі міжряддя, які обробляються як правило в період вегетації, з посівом культур вузькорядним або звичайним рядковим способом – у кілька рядків. Такі посіви використовують здебільшого в овочівництві.

Смуговий спосіб – посів культур окремими смугами різної ширини, застосовують при вирощуванні кормових (жито + ріпак, соя + кукурудза) та овочевих культур (цибуля + морква).

На **світловий і тепловий режими** рослин, крім способу та норми висіву насіння, впливає і напрямок посіву, особливо за ширококорядних посівів. Для рослин, більш вимогливих до тепла і світла, рядки розміщують із заходу на схід (соя, кукурудза на зерно, соняшник та ін.), для рослин помірного клімату – з півночі на південь (наприклад, картопля).

Вагоме значення має також будова листової поверхні. Сорти пшениці та гібриди кукурудзи з еректоїдним листям краще пропускають світло, відповідно густоту їх посіву збільшують.

У формуванні густоти рослинного покриву і розвитку кореневої системи, а отже, й продуктивності, велику роль відіграють добрива і регулятори росту. Використанням підвищених і високих доз добрив запобігають зрідженню рослин, пов'язаному з нестачею елементів живлення. Удобрені рослини краще розвиваються, їх кількість на одиниці площі може бути значно більшою, що позитивно позначається на врожаї. В останні роки почали широко застосовувати регулятори росту – речовини, які стимулюють ростові (збільшують кореневу й надземну масу) й активізують біохімічні процеси – фотосинтез, накопичення поживних речовин. Особливо широко їх використовують у біологічному землеробстві.

Строки сівби. Серед польових культур є озимі, ранні та пізні ярі, літні проміжні посіви, відповідно існують і різні **строки сівби**: осінні, весняні, літні. Для більшості культур, особливо зернових і технічних, велике значення має дотримання строків сівби. Від цього залежать їх ріст, розвиток, ураження хворобами, шкідниками, засміченість посівів бур'янами. Наприклад, надто ранні посіви озимої пшениці переростають восени, більше ушкоджуються хворобами і шкідниками. Те саме спостерігається при запізненні із сівбою ранніх ярих – ячменю, вівса, гороху та інших культур. Водночас, строки сівби кукурудзи, сої, соняшнику, суданської трави, люцерни, еспарцету, редьки олійної,

ріпаку озимого менше впливають на їх ураження хворобами і шкідниками.

Для озимих культур існують встановлені календарні строки сівби так, наприклад для озимого ріпаку – 25-28 серпня, озимої пшениці – 15-20 вересня, озимого жита – 20-30 вересня.

Для ярих культур строки сівби визначаються температурою ґрунту. За термінами сівби ярі культури є **ранні**, **середні** та **пізні**. Насіння ранніх ярих проростає при температурі $+1...+5^{\circ}\text{C}$, і сходи їх не пошкоджуються приморозками. Ранні ярі культури висівають у найбільш ранні терміни, як тільки ґрунт прогріється до цих мінімальних температур і буде кришитися під дією знарядь обробітку. При ранній сівбі рослини краще використовують ґрунтову вологу, менше пошкоджуються шкідниками. До культур ранніх термінів сівби належать яра пшениця, ячмінь, овес, горох, вика, льон, буряки, морква та ін.

Культури **середніх термінів сівби**, як тільки зникне загроза приморозків, висівають у прогрітий до $+6...+8^{\circ}\text{C}$ на глибині загортання насіння ґрунт (кукурудза, картопля, соняшник та ін.). Сівбу або садіння **пізніх ярих** культур (соя, гречка, квасоля, просо, рис та ін.) починають за умов прогрівання ґрунту на глибині 10 см – до $+10...+14^{\circ}\text{C}$. Оптимальні терміни сівби кожної культури дуже стиснуті, оскільки при запізненні з сівбою знижується врожай.

Дотримання строків сівби дозволяє керувати ростом і розвитком рослин їх продуктивністю. Так, наприклад ранні строки сівби кукурудзи (25 квітня) ранньостиглих і середньоранніх гібридів дає змогу підвищити збір сухої речовини на 14-15,1 ц/га (В.І. Дудченко та ін., 2006).

Глибина загортання насіння та норма висіву. Під час сівби насіння загортають у ґрунт на визначену глибину, щоб створити оптимальні умови для його проростання. Чим більше насіння одного і того самого сорту, тим глибше його можна загортати в ґрунт. Однак не існує прямої пропорційності між розмірами і глибиною загортання насіння, коли йдеться про різні культури. Так, насіння проса в 5-10 разів дрібніше від насіння пшениці, жита і тритикале, але глибина його загортання в ґрунт майже однакова. Глибина загортання насіння більшості культур не перевищує 10 см (частіше 3-5 см). Навіть глибина садіння картоплі становить 8-10 см. На меншу глибину висівають насіння культур, які при проростанні виносять на поверхню сім'ядолі (льон, люпин, квасоля, цукрові буряки та ін.). На легких ґрунтах глибину сівби збільшують, а на важких – зменшують. Визначальним фактором, від якого залежить глибина сівби, є вологість ґрунту. При

пересиханні верхнього шару ґрунту, глибину загортання насіння збільшують. Насіння потрібно висівати на тверде ложе і вкривати нещільним ґрунтом, щоб забезпечити доступ повітря до нього. Велике значення має рівномірність глибини загортання насіння, тому що нерівномірне загортання насіннєвого матеріалу призводить до неодночасного з'явлення сходів, розвитку рослин і дозрівання.

Норма висіву – це кількість або маса насіння, яку висівають на площі 1 га. Кожний вид рослин, сорт, гібрид формує найвищу врожайність лише при певній кількості рослин на одиниці площі. Тому оптимальні площі живлення і норми висіву у різних культур неоднакові. Так, **площа живлення** рослин льону-довгунця становить 4-5 см², пшениці – близько 20 см², кукурудзи – близько 0,3 м². Відповідно на 1 га висівають 25-30 млн. насінин льону, 4-6 млн. – насінин пшениці та 40-80 тис. – насінин кукурудзи.

Норми висіву залежать від біологічних особливостей сорту, родючості ґрунту, мети вирощування культури. Наприклад, сорти зернових культур, що мають високу кущистість і схильні до вилягання, необхідно сіяти меншою нормою висіву насіння, ніж сорти, які слабо кушаться і стійкі проти вилягання. Скоростиглі сорти і гібриди мають менші розміри, ніж пізньостиглі, тому їх висівають густіше. Густота рослин на посівах у посушливих регіонах має бути меншою, ніж у районах достатнього зволоження. Для більшості культур на бідних ґрунтах норма висіву насіння повинна бути більшою.

Оптимальні норми висіву визначають дослідним способом, а в кожному конкретному випадку вагову норму висіву розраховують за формулою:

$$M = H \cdot A \cdot 100 : GP, GP = C \cdot S / 100$$

де М – норма висіву, кг/га;

Н – норма висіву, млн. схожих насінин, на 1 га;

А – маса 1000 насінин, г;

ГП – посівна (господарська) придатність насіння, %;

С – чистота, %;

С – схожість, %.

Наприклад, для компенсації зниження польової схожості насіння та природної загибелі рослин кукурудзи протягом вегетації, норма висіву повинна бути вищою оптимальної. Для одержання рекомендованої густоти рослин перед збиранням урожаю, при сівбі норму висіву насіння збільшують: у степовій зоні на 10-15%, лісостеповій зоні – 15-20%, а в поліській – на 20-25% (табл. 33).

33. Кількість рослин на 1 га в залежності від відстані між рослинами в рядку при міжрядді 70 см
(Л.В. Козубенко та ін., 2006)

Відстань між рослинами у рядку, см	Кількість рослин, тис./га	Відстань між рослинами у рядку, см	Кількість рослин, тис./га
16	89,3	27	52,9
17	84,0	28	51,0
18	79,4	29	49,3
19	75,2	30	47,6
20	71,4	31	46,1
21	68,0	32	44,6
22	64,9	33	43,3
23	62,1	34	41,0
24	59,5	35	40,8
25	57,1	36	39,7
26	54,9	37	38,5

5.4. Строки збирання врожаю польових культур

Важливим у технології вирощування сільськогосподарських культур є встановлення оптимальних строків збирання, які впливають на втрати при збиранні, якість врожаю та очищення поля від післяжнивних решток.

На якість проведення збиральних робіт впливає вологість насіння, густина стеблостою, висота зрізу, стійкість до вилягання, забур'яненість поля та ін.

Розрізняють *пряме* й *роздільне, одно- і двофазне збирання* врожаю зерна, кормів, коренеплодів. Так, пшеницю, ячмінь, горох, залежно від умов року і забур'яненості поля, збирають прямим комбайнуванням або роздільним способом. *Пряме комбайнування* – більш продуктивний процес, пов'язаний з меншими втратами врожаю. Проте гречку, просо, могар, сорго збирають *роздільним способом*. У них стебла у фазі повної стиглості рослин залишаються зеленими.

Однофазний (пряме комбайнування) спосіб передбачає зрізування стебел, обмолот хлібної маси, відокремлення зерна від соломи, очищення зерна від домішок, збирання продуктів обмолоту (зерна, полови, соломи). Зерно збирають у бункер комбайна, а солому і полови укладають у копиці чи валки на полі або подрібнюють і збирають у візки чи розкидають по полю. Всі операції виконують комбайном в єдиному безперервному потоці.

Прямим комбайнуванням збирають рівномірно достиглі посіви або ті, які перестояли, зріджені з густиною менше 300 стебел на 1 м², низькорослі (до 50 см) з підсівом багаторічних трав, малозабур'янені. Збирання починають на початку повної стиглості, коли вологість зерна не перевищує 18-20%. Пряме комбайнування застосовують також на посівах, які були оброблені десикантами.

Під час прямого комбайнування за жаткою і молотаркою комбайна допускаються втрати зерна до 1,5%. Чистота зерна в бункері не нижче 95%.

Двофазний (роздільний) спосіб збирання передбачає спочатку зрізування і укладання рослин у валки – **перша фаза**, а через 5-6 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами – **друга фаза**. Далі процес відбувається як при прямому комбайнуванні. Збирання починають на 3-5 днів раніше, ніж при однофазному. Стебла у валках значно підсихають, а бур'яни в'януть, що суттєво полегшує обмолот і очищення зерна. Пропускна здатність молотарки помітно підвищується. Негативна сторона полягає в тому, що машини рухаються по полю двічі, а це збільшує виробничі витрати і ущільнення ґрунту.

Роздільне комбайнування застосовують при збиранні забур'янених посівів, які нерівномірно досягають, з густотою стебел понад 300 шт. на 1 м² і висотою не менше 60 см. Скошувати у валки починають у фазі воскової стиглості при вологості зерна 25-35% залишаючи стерню висотою 12-25 см (для кращого просушування валок повинен лежати на стерні, а не на землі).

Під час роздільного комбайнування втрати зерна за валковою жаткою для полеглих хлібів становлять 1,5%, а за молотаркою – до 1%. Чистота зерна в бункері має складати не менше 96%.

Насінники кормових трав (люцерни, конюшини, еспарцету, злакових трав), як правило, збирають роздільно.

Кращими на збиранні є зернозбиральні комбайни, у яких молотильна установка (барабан) розміщена паралельно ходу збирального агрегату, а не упоперек, як у старих схемах.

При збиранні коренеплодів і бульбоплодів спочатку скошують гичку, бадилля, а потім збирають корені і бульби. Картоплезбиральні комбайни добре працюють на легких супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах, а на важко-суглинкових – картоплю після підкопування іноді збирають вручну. Для кращої роботи бурякозбиральних комбайнів на цих ґрунтах, перед збиранням проводять глибоке розпушування ґрунту біля рядків.

Цукрові і кормові буряки збирають комбайнами **потоковим способом**. При **потоково-перевалочному** способі виключають тривале перебування коренів на полі, бо вони в'януть, погано зберігаються, що призводить до втрат цукрової сировини та кормів.

Збирання кукурудзи залежить від напрямку її використання. На зерно кукурудзу починають збирати наприкінці воскової стиглості, на насіння – на початку фази повної стиглості і закінчують протягом 12-16 днів. Для згодовування тваринам дану культуру збирають у фазі молочно-воскової або воскової стиглості.

При **першому способі** збирають качани і масу, при цьому виконують послідовно такі технологічні операції: відривання качанів, зрізування стебел, подрібнення листостеблової маси, очищення качанів від обгорток. Далі проводять післязбиральний обробіток качанів. Він полягає у висушенні та обмолоті. Сушать їх у спеціальних бункерах, сховищах з вентиляванням повітря або подачею в них підігрітого повітря. Для цього використовують спеціальні стаціонарні механізовані пункти з повним комплектом машин, обладнання або сховища, бункери, окремі машини для очищення качанів та обмолоту. Використовують самохідні або напівпричіпні кукурудзозбиральні комбайни ККП-3, ККП-2, КСКУ-6А, очисники качанів ОП-15П, молотарки МКП-3,0, МКП-У.

При відокремленні качанів з одночасним їх обмолотом і подрібненням листостеблової маси (збирається зерно і маса) використовують зернозбиральні комбайни з пристроями для збирання кукурудзи та кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6А, обладнаний молотильним апаратом.

Другий спосіб застосовують для збирання спілої кукурудзи на продовольче або фуражне зерно. Він полягає в тому, що качани відокремлюють, обмолочують, зерно очищають і збирають у бункер, а стебла подрібнюють (збирається зерно і маса). При цьому способі виконують послідовно такі операції: відривання качанів, зрізування стебел, подрібнення листостеблової маси, обмолот качанів, виділення і очищення зерна. Остаточну очищають і сушать зерно на зерноочисно-сушильних комплексах КЗС-25, КЗС-50 та ін.

Третій спосіб застосовують при заготівлі кормів для тваринництва. При різних технологічних схемах збирання вся маса підвищеної вологості подрібнюється. При збиранні кукурудзи на зерно, комбайни повинні без втрат відривати качани і зрізувати стебла з листям до 4 м

заввишки, при висоті зрізування не більше ніж 10-15 см. При вищому зрізуванні утруднюється післязбиральний обробіток ґрунту. Збирати кукурудзу потрібно наприкінці воскової та на початку фази повної стиглості при вологості 25-30%.

При збиранні кукурудзи в качанах, зерна повинно бути не менше 98,5%, маси – 80%, качанів очищених від обгорток – не менше 95%, довжина подрібненої маси – 2,0-4,5 см.

При збиранні з обмолочуванням качанів, зерна повинно бути 98%, маси – 80%, а чистота зерна в бункері 96%. Зберігати зерно треба при вологості 13-14%.

Період збирання сільськогосподарських культур визначає розмноження шкідників і збудників хвороб, формування фітосанітарного стану посівів та втрат урожаю. **Раннє збирання врожаю** порушує й ускладнює завершення життєвого циклу розвитку багатьох видів бур'янів і особливо шкідників, які живляться і розвиваються за рахунок генеративних органів рослин – пуп'янків, квіток, насіння. Ранні строки збирання значно знижують пошкодження зернових культур хлібними жуками, трипсами, черепашкою, а посіви кукурудзи – стебловим кукурудзяним метеликом.

Скорочення періоду збирання врожаю зернових культур знижує втрати врожаю від фузаріозу, плісневих грибів, кореневих і стеблових гнилей, запобігає ферментативно-мікоризному стіканню зерна.

Запізнення зі збиранням врожаю призводить до інтенсивного інфікування насіння фітопатогенними грибами і бактеріями, втрати схожості.

Післязбиральні рештки, що тривалий час залишаються незаробленими в ґрунт, є резервацією злакових мух, іржі, борошнистої роси, кормом для мишовидних гризунів. Більшість шкідників і збудників хвороб, що паразитують на тій чи іншій культурі, перезимовують на рослинних рештках чи в ґрунті, а навесні вони знову здатні уражувати рослини, які висівають на цьому полі. Це може спричинити масові захворювання рослин.

Проведення технологічних прийомів та заходів по вирощуванню сільськогосподарських культур повинно здійснюватися на основі строків їх проведення та агротехнічних вимог. При оцінці рівня виконання технологічних заходів важливо враховувати фактори, які зумовлюють поліпшення або погіршення якості польових робіт взагалі – агротехнічні, технологічні, технічні, біологічні, екологічні, організаційно-господарські.

5.5. Біоенергетичні основи рослинництва

Основою виробництва рослинницької продукції є перетворення сонячної енергії в енергію макроенергетичних зв'язків органічної речовини харчових продуктів через фотосинтез зелених рослин. Еколого-енергетичний аналіз сучасних агроєкосистем свідчить, що антропогенна енергія в значній мірі визначає величину продуктивності агрофітоценозів. Однак, у випадку значних втрат органічної речовини в **агроландшафтах**, внаслідок дегуміфікації, а також ерозії ґрунтів, знижується запас вільної енергії, рухомих форм біогенних елементів, зменшується біологічна інформативність або біорізноманіття. В результаті агроєкосистеми еволюціонують у бік деградації та нестабільності.

При аналізі потоків антропогенної енергії в рослинництві необхідно врахувати не тільки витрати енергії на вирощування окремих культур, але й енергоємність відтворення ґрунтової родючості.

У сучасному сільськогосподарському виробництві велике значення має врахування енергозатрат в системі технологій вирощування сільськогосподарських культур, заготівлі, переробки, зберігання кормів при різних способах і раціонах годівлі тварин. Враховують також вміст **валової** та **обмінної** енергії (ВЕ і ОЕ) в одиниці врожаю зерна, кормів, технічної сировини. Порівняння енергії, акумульованої в урожаї, із сукупною енергією, затраченою на вирощування і збирання врожаю, дає змогу об'єктивно оцінити технологію вирощування польових культур, а також заготівлю, приготування, зберігання кормів та ін.

Розуміння біоенергетичної суті виробництва продукції рослинництва, кількісне врахування і аналіз процесів перетворення потоків вільної енергії в агроєкосистемах, дає можливість визначити перспективні напрямки розвитку агротехнологій. Технології виробництва сільськогосподарської продукції повинні забезпечувати найбільш повне використання природних агроенергетичних ресурсів, зменшити ріст питомих витрат антропогенної енергії на одиницю продукції та знижувати негативну дію на оточуюче середовище, в тому числі на родючість ґрунту.

Затрати сукупної енергії на вирощування культури, вміст енергії в урожаї, раціоні, тваринницькій продукції, залежно від кількості, прийнято виражати в кілоджоулях ($1 \text{ кДж} = \text{Дж} \cdot 10^3$), мегаджоулях ($1 \text{ МДж} = \text{Дж} \cdot 10^6$), гігаджоулях ($1 \text{ ГДж} = \text{Дж} \cdot 10^9$), тераджоулях ($1 \text{ ТДж} = \text{Дж} \cdot 10^{12}$).

При вирощуванні сільськогосподарських культур затрати і акумуляцію енергії здебільшого виражають в мега- і гігаджоулях (МДж, ГДж).

Сучасна (інтенсивна) технологія вирощування польових культур повинна бути енергозберігаючою, тобто такою, що забезпечує мінімальні затрати сукупної енергії на одержання одиниці продукції. У рослинництві на одиницю затраченої сукупної енергії, в процесі вирощування культури, припадає 2-7 і навіть більше одиниць енергії, акумульованої в урожаї.

Співвідношення валової енергії (ВЕ) врожаю до кількості сукупної енергії (ΣE), затраченої на його вирощування, прийнято називати **енергетичним коефіцієнтом** (E_k) вирощування культури ($E_k = VE / \Sigma E$), а співвідношення обмінної енергії (ОЕ) до сукупної (ΣE) – **коефіцієнтом енергетичної ефективності вирощування культури** ($K_{e.эф} = OE / \Sigma E$).

Енергетичний коефіцієнт (E_k) характеризує біоенергетичну ефективність агросистеми вирощування культури. Коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{e.эф}$) частіше застосовують у кормовиробництві, як коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва кормів.

Для розрахунків $K_{e.эф}$ треба зробити поправку на перетравність сухої маси врожаю, яку визначають за довідниками або розраховують за вмістом обмінної енергії в 1 кг сухої речовини корму, використовуючи формулу Ж. Аксельсона:

$$OE_{\text{сухої речовини корму}} = 13,1 (CP - K_{cl} 1,05),$$

де 13,1 – коефіцієнт, який є добутком середнього показника перетравності сухої речовини (0,73) на середній показник валової енергії 1 кг сухої речовини корму, що дорівнює 18 МДж; CP – 1 кг сухої речовини корму; K_{cl} – вміст клітковини в кормі (може коливатись в широких межах залежно від культури і фази збирання – 0,12- 0,32), значення його беруть у довідниках або визначають за результатами аналізу; 1,05 – поправочний коефіцієнт. Для прикладу наведемо розрахунок вмісту обмінної енергії в 1 кг сухої маси люцерни:

$$OE_{\text{люцерни}} = 13Д(1 - 0,26 \cdot 1,05) = 9,33 \text{ МДж.}$$

Як бачимо, між показником валової енергії (ВЕ) сухої речовини корму (в середньому дорівнює 18 МДж) і обмінної (ОЕ) існує велика різниця $(18,0 - 9,33) = 8,67$ МДж.

Кількість валової і перетравної енергії (МДж/га або ГДж/га) визначають за сухою речовиною господарського врожаю (зерно + побічна продукція, корені + гичка та ін., в т/га або ц/га). Кілограм сухої речовини в середньому дає 16732 кДж. Перерахувавши суху речовину господарського врожаю на кілограми, одержимо певну кількість кілоджоулів енергії, акумульованої посівом. Наприклад, суха надземна маса кукурудзи на зерно (зерно + стебла, листя + стрижні і обгортки качанів) становить 150 ц/га або 15 000 кг/га.

Вміст валової енергії (ВЕ) в урожаї становить

$15\ 000 \cdot 16\ 732 = 250\ 980\ 000$ кДж/га (250,95 тис. МДж/га або 250,95 ГДж/га).

При визначенні затрат сукупної енергії на вирощування культури роблять розрахунки її по кожному прийому вирощування (лущення стерні, енергоємність добрив та їх внесення, оранка, весняне вирівнювання ґрунту, передпосівна культивуація, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю, доочищення зерна тощо). Для цього визначають також вміст енергії у пальному, мастилі, насінному матеріалі, гербіцидах, інсектицидах, фунгіцидах, десикантах, дефоліантах; енергетичність агрегатів, транспортних засобів, праці механізаторів тощо. Підсумок їх і є показником затрат сукупної енергії при вирощуванні культури.

Велике значення має економія пального при перевезенні врожаю. Якщо, наприклад, зелені корми транспортують з полів, розміщених за 5-10 км і більше від ферми, витрати пального досягають 60-70 і навіть 100-120%, його витрат на вирощування кормових культур. При перевезенні зерна, сіна, сінажної маси вони в 2-4 рази нижчі порівняно із транспортуванням зеленої маси, в якій всього 16-22% сухої речовини.

Методи біоенергетичної оцінки технологій вирощування культур, заготівлі переробки сировини, зберігання і згодовування кормів дають змогу контролювати затрати, нагромадження, конверсію і біоконверсію енергії в усій системі виробництва. В цьому ланцюгу енергія нагромаджується лише в процесі фотосинтезу, потім лише витрачається під час заготівлі, зберігання, переробки, згодовування.

За даними зарубіжних і вітчизняних учених, а також враховуючи проведені розрахунки загалом, можна вважати задовільним і навіть добрим результатом, коли в системі *виробництво кормів – тварина – тваринницька продукція* на 8-10 одиниць затраченої енергії буде одержано одиницю акумульованої енергії у вигляді тваринницької продукції.

При біоенергетичній оцінці різних технологій вирощування однієї і тієї самої культури і порівнянні між собою технологій вирощування різних культур, підсумковими показниками є вихід валової і обмінної енергії на 1 га посіву, енергетичний коефіцієнт і коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування культури, приріст валової енергії на 1 га посіву.

Великі затрати антропогенної енергії в агроєкосистемах, наприклад застосування інтенсивних технологій, як правило, пов'язані з більшим або меншим негативним впливом на природне середовище. Це викликано як самим процесом отримання енергії на теплових або атомних електростанціях, так і наступним її використанням, наприклад, на виробництво мінеральних добрив, хімічних меліорантів, пестицидів.

Особливо актуально в цьому відношенні є проблема додаткових витрат антропогенної енергії для компенсації втраченої родючості ґрунту, в результаті різних деградаційних процесів. Ці витрати енергії можливо в значній мірі мінімізувати, зменшувати техногенний прес на екосистеми і таким чином знизити різні погіршення природного середовища. Отже, енергетичний аналіз агроєкосистем дає можливість визначити енерговитратні ланцюги і процеси в системі землеробства та запропонувати альтернативні, менш енергоємні заходи, і таким чином, знизити антропогенне навантаження на сільськогосподарські ландшафти та підвищити конкурентноздатність аграрного виробництва.

Економія пального, раціональне використання добрив, поливної води, часткова або повна заміна пестицидів альтернативними агротехнічними і біологічними заходами, заміна оранки поверхневим і нульовим обробітком, поєднання кількох технологічних операцій за один прохід агрегату, підбір сортів і гібридів, стійких проти шкідників, хвороб, а також бур'янів, зменшення транспортних витрат на перевезення врожаю – основні складові енергозберігаючих технологій виробництва зерна, кормів, технічної сировини.

В результаті енергозберігаючі технології підвищують сталість, екологічну безпечність та економічну ефективність сільськогосподарських виробничих систем.

Питання для самоконтролю:

1. Значення системи сівозмін та їх структура.
2. Класифікація сівозмін.
3. Значення обробітку ґрунту. Система обробітку ґрунту (основного, передпосівного та догляду за посівами).

4. Прийоми та способи обробітку ґрунту.
5. Мінімізація обробітку ґрунту. Основні умови ефективного її застосування.
6. Охарактеризуйте інтенсивний полицевий та плоскорізний обробітки ґрунту.
7. Які способи обробітку ґрунту характеризуються вищою енергетичною ефективністю?
8. Формування густоти стояння рослин та площі живлення в залежності від способів посіву.
9. Строки сівби, глибина загортання насіння та норма висіву.
10. Охарактеризуйте основні способи та строки збирання врожаю сільськогосподарських культур.
11. Значення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур.
12. У чому полягає методика енергетичної оцінки технології виробництва продукції рослинництва?
13. Охарактеризуйте методи біоенергетичної оцінки технології вирощування культур.

РОЗДІЛ 6. АГРОЕКОСИСТЕМИ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ

6.1. Поняття та умови функціонування агроєкосистем

Зв'язки між елементами біосфери не лише динамічні, а й досить стійкі. Разом з тим, людина, у процесі своєї діяльності, часто завдає шкоди цим усталеним зв'язкам, тобто навколишньому середовищу, у якому досить розірвати його одну ланку, як порушується весь ланцюг – **біота** (сукупність рослинних і тваринних організмів). Тому, під впливом **антропогенного фактора**, навколишнє середовище постійно змінюється і, на жаль, частіше в негативний бік. Великої шкоди завдають викиди в атмосферу різних хімічних сполук промисловими підприємствами і транспортними засобами. Випадаючи з опадами, вони забруднюють навколишнє середовище – ґрунт, водойми, підґрунтові води, природні угіддя, моря, повітря. На Землі є лише окремі оазиси, де повітряний басейн відносно чистий, зокрема його нижні шари.

Глобальність антропогенного фактора. Ноосфера. У другій половині XX ст. негативний вплив антропогенного фактора спостерігається в усій геосфері (тропосфері, гідросфері і літосфері). Оскільки підземні випробування ядерної зброї спричинювали тектонічні коливання, негативна дія цього фактора поширювалася і на області мантиї Землі. Людина змінює навколишнє і особливо природне середовище – **біогеосферу**, створюючи нове, якісно відмінне від попереднього. Таке нове природне середовище В.І. Вернадський назвав **ноосферою**. Але, за В.І. Вернадським, ноосфера має бути результатом позитивної діяльності людини. Оскільки попередній стан природи і навіть певної території Землі відновити неможливо, необхідно забезпечити гармонійне функціонування біосфери та її екосистеми, хоча внаслідок діяльності людини вони можуть відрізнятися від природних. Наприклад, досить порівняти природне середовище цілинного степу і розораних земель, де рослинний і тваринний світи суттєво різняться між собою.

Біогеоценоз. Екосистема. Умови їх функціонування залежно від антропогенного фактора. Складовою частиною біосфери є біогеоценоз, у межах якого відбувається **біогенний кругообіг** речовин, підтримується складний динамічний біологічний зв'язок. Якщо, наприклад, зникає повністю або тимчасово один із компонентів, частку його роботи беруть на себе інші, завдяки чому підтримується стійкість біогеоценозу. Однак, це не може тривати довго, особливо коли з біоценозу

випадає кілька рівнозначних видів рослин або тварин, бо при їх зникненні лишаються поживи інші види. Порушуються також процеси утилізації речовин, що можуть спричинити загибель біогеоценозу чи екосистеми. Це спостерігається, наприклад, у районах великих промислових розробок, видобутку корисних копалин, зокрема нафти, вугілля, де не завжди забезпечується своєчасне відновлення середовища (**рекультивация**). Звичайно, природа певною мірою себе перестраховує, і один біоценоз в екосистемі змінюється іншим. Так було і тоді, коли під впливом географічних катаклізмів (виверження вулканів, геологічні зміни, кліматичні фактори) змінювалися рослинні формації, трофічні зв'язки і самі біоценози.

Під **сільськогосподарською екологічною системою (агроеко-системою)** розуміють природний комплекс, змінений (трансформований) сільськогосподарською діяльністю людини, яка, як частина трофічного ланцюга, складова частина екосистеми і гетеротроф, уже давно не задовольняється існуючими трофічними зв'язками, їх масштабами і створює штучні біоценози, більш продуктивні, ніж природні. **Агроекосистема** – це штучна або змішана система рослинних, тваринних і мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання, запланована продуктивність яких підтримується за рахунок прямих і опосередкованих енергетичних інвестицій, при припиненні або критичному зниженні яких вона деградує, втрачає свої проектні властивості.

При розорюванні земель **фітоценози** (*природні рослинні угруповання*) змінюються штучними – **агрофітоценозами**. Залежно від ступеня і характеру впливу людини розрізняють: **агрофітоценози окультурені** – природні фітоценози, змінені інтенсивним використанням (луки); **агрофітоценози напівкультурні**, розвиток рослин яких планомірно не регулюється (лісові насадження); **агрофітоценози культурні**, розвиток яких постійно регулюється (посіви, сади); **агрофітоценози інтенсивно культурні**, в яких створюються і постійно регулюються ґрунтове, водне і повітряне середовище (тепличні культури). Останні можна вважати **неоценозами**.

В представлених агрофітоценозах складаються якісно інші трофічні зв'язки. Природний процес зміни рослинності змінюється штучним і йде не від природи, а від людини – у зворотному напрямі. При цьому нагромаджується багато відходів, що не характерне для природної трофіки. В таких випадках людина стає ніби чужою складовою частиною природи, виходячи із загального біогенного колообігу.

В результаті її діяльності, створюється інший екологічний комплекс, який істотно порушує природні біоценози й екосистему. Це можна спостерігати в сівозмінах, де застосовують технології вирощування культур, що передбачають внесення в ґрунт і на посівах великої кількості різних хімікатів, які в подальшому циркулюють у біосфері (рис. 11).

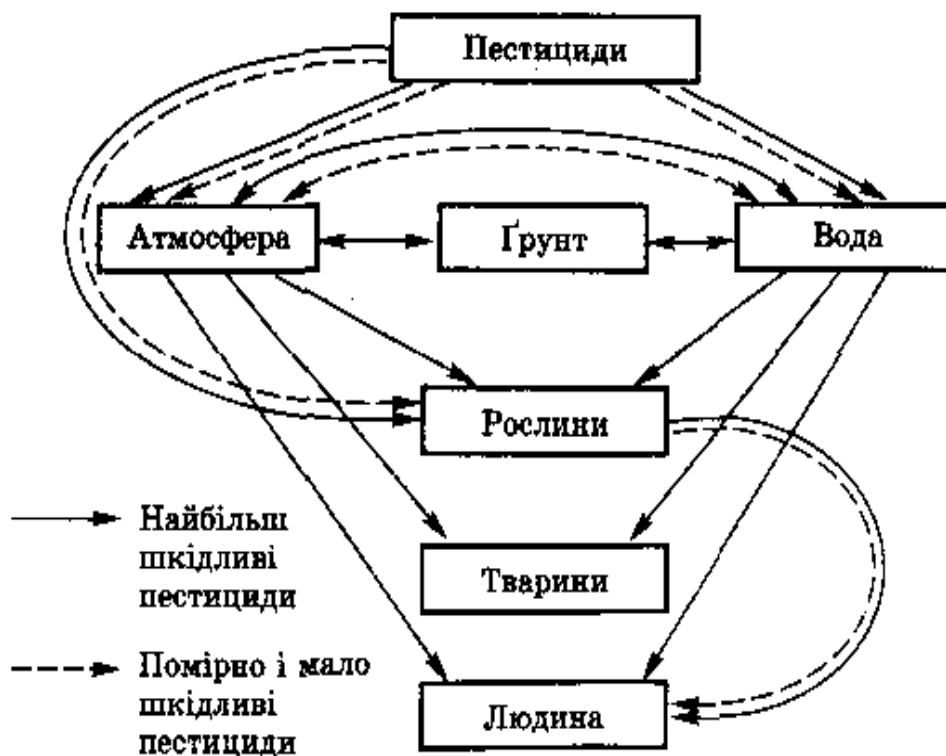


Рис. 11. Циркуляція пестицидів у біосфері

Здебільшого вони згубно діють на рослини і ґрунтову біоту, природну трофіку. Створюються агробіоценози із зруйнованими зворотними зв'язками. Екологічні умови на таких полях різко погіршуються, продукція містить внесені хімічні сполуки. Ферментативна система рослин не розкладає і не виводить їх з кореневими виділеннями, а тому вони накопичуються в рослинницькій продукції.

В цьому плані великої екологічної шкоди завдають біосфері діоксин (тетрахлордибензо парадіоксин – ТХДД). Це синтетична вельми стійка і дуже сильноотруйна речовина. Діоксин у 67 тис. разів токсичніший за ціанід калію і в 500 разів – за стрихнін. Ця сполука досить довго зберігається в навколишньому середовищі і дуже ефективно переноситься по ланцюгу живлення рослина – людина або рослина – корм – тварина – тваринницька продукція – людина. Ця тотальна отрута в невеликих кількостях завжди є в продуктах, воді, повітрі.

Діоксин утворюється під час технологічних процесів, у яких використовують хлор і вуглець. Найбільше його викидають підприємства: металургійні; з виробництва паперу; численні хімічні заводи; фабрики, що виробляють пестициди, всі установки для спалювання відходів, заводи, що виготовляють широко вживаний пластик полівінілхлорид (ПВХ); автомобілі на автострадах. **Діоксини** і близькі до них **фурани** – група хімічних сполук, яких налічується понад 200. З них 17 надзвичайно шкідливі для природи і людини. За незначної концентрації цих сполук у продуктах організм встигає виводити їх без шкоди для себе. Отже, **агроекосистема** є несталою системою агроценопопуляцій, культивованих рослин, на оброблюваних ґрунтах із певним складом, структурою й режимом, які підтримуються і регулюються сільськогосподарськими працівниками, а за відсутності такого контролю, поступово втрачає свої властивості.

Під **екологічною системою (екосистемою)** розуміють цілісну природну одиницю, що утворилася в результаті взаємодії компонентів груп живих істот і неорганічного середовища їх проживання. Внаслідок цієї взаємодії створюється нова якість і відповідний колообіг речовин та енергії між організмами і середовищем проживання. До природних екосистем належать лише стабільні системи з визначеними трофічною й енергетичною організаціями. Крім того, в певних межах вони характеризуються саморегуляцією. **Екосистему зазвичай визначають** як сукупність живих істот та умов середовища:

Екосистема = Біотип + Біоценоз

Життя на планеті – єдина система в різних формах на неоднакових рівнях. Це велетенський всеосяжний біологічний комплекс, який прийнято називати **біологічною сферою**, або **біосферою**. Розрізняють такі три основні частини біосфери – **літосферу, гідросферу і тропосферу**. В **літосфері** – верхній частині земної поверхні – відбувається найбільш активний біологічний розвиток рослинного і тваринного світу. Тут життя сконцентроване переважно на її поверхні та в шарі ґрунту до 2-3 м, зрідка – до 5-10 м (у тому числі коренева система дерев і трав'янистих порід). У наш час рослинний і тваринний світ літосфери є основним джерелом харчування людини.

Гідросфера – води рік, озер, морів, океанів. Це середовище, де можливе самостійне існування різноманітного рослинного і тваринного світу (від найпростіших до ссавців). Оскільки поживні речовини є в усій товщі води, а не лише на дні, відповідно і життя існує від поверхні водойми до дна і на самому дні. При цьому, навіть глибоководні моря,

не становлять винятку. Разом з тим, у гідросфері менше кисню, ніж в літосфері, тому відповідно менше маса рослин і тварин на одиницю її об'єму. Однак, площа водного дзеркала морів, океанів, озер та інших водойм набагато більша за площу літосфери. Тому запаси біомаси в гідросфері величезні і при раціональному їх використанні, можуть бути значним джерелом повноцінного харчування людини

Найменш щільна **тропосфера** – нижня частина атмосфери. Організми, які її населяють, не можуть тривалий час існувати без поверхні землі. Немає також тварин, які б постійно перебували в повітрі.

Біосфера – результат діяльності різних макро- і мікроорганізмів. У ній постійно підтримується біогенний кругообіг речовин – енергії (рис. 12).

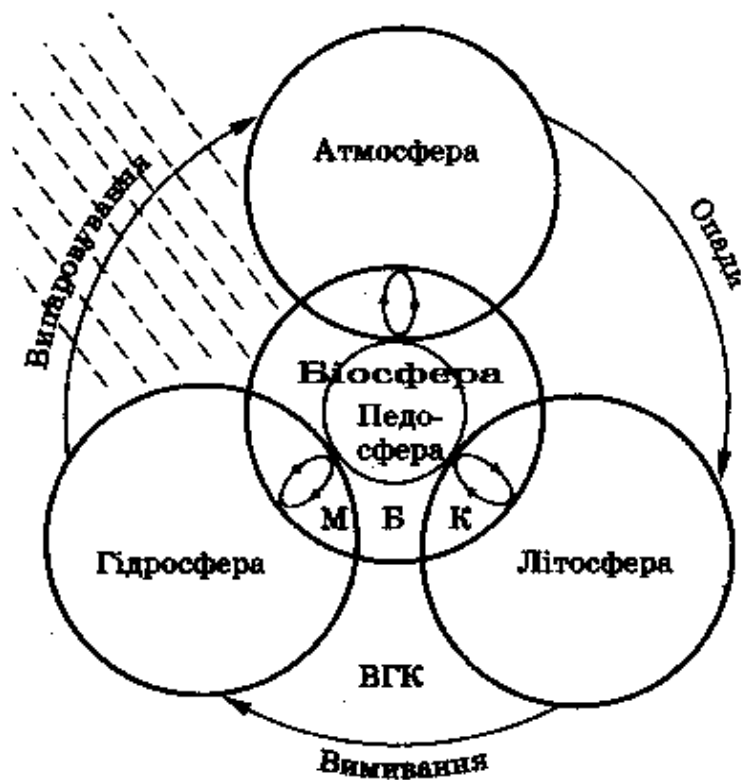


Рис. 12. Складові частини біосфери і їх взаємодія – взаємозв'язок малого біологічного колообігу речовин (МБК) з великим геологічним колообігом.

Трофічні зв'язки – основа біосфери. Між тропосферою (атмосферою), гідросферою та літосферою, завдяки діяльності організмів, існують добре відрегульовані біологічні (харчові – трофічні) зв'язки рослинних і тваринних організмів. Завдяки їм на Землі підтримується життя, як стійке планетарне явище, забезпечується система взаємозв'язків рослин, тварин і людини.

Розрізняють такі основні екологічні групи рослинних і тваринних організмів, які забезпечують безперервний зв'язок між різними формами життя на Землі: **продуценти, консументи, редуценти**.

Продуцентів (лат. *Producens* – виробляючий) називають ще **автотрофами**, тобто організмами, які використовують різні види неорганічних речовин і за допомогою сонячної енергії утворюють органічну речовину – першооснову життя інших екологічних категорій живих організмів. Це зелені вищі й нижчі рослини та **хемотрофні** – не зелені бактерії, які також здатні синтезувати органічну речовину.

Консументи (споживачі) – це організми, які споживають продукцію автотрофів і виділяють у навколишнє середовище продукти своєї життєдіяльності (білки, жири, цукри, вуглеводи, безазотисті екстрактивні та інші речовини). До консументів належать усі тварини, що створюють могутній пласт органічної речовини на Землі.

Розрізняють **первинні, вторинні та третинні консументи**.

Перші – це травоядні тварини і паразитуючі на зелених рослинах безхлорофільні рослини – кускута, вовчок та ін.; **другі** – хижаки, які полюють на травоядних; **треті** – організми, що живляться вторинними консументами.

Редуценти – дрібні організми (гриби, бактерії). Вони використовують органічну масу відходів життєдіяльності перших двох груп і в процесі обміну розкладають її до неорганічних сполук, які, у свою чергу, знову можуть бути засвоєні продуцентами. Внаслідок таких трофічних зв'язків, здійснюється колообіг речовин (рис. 13).

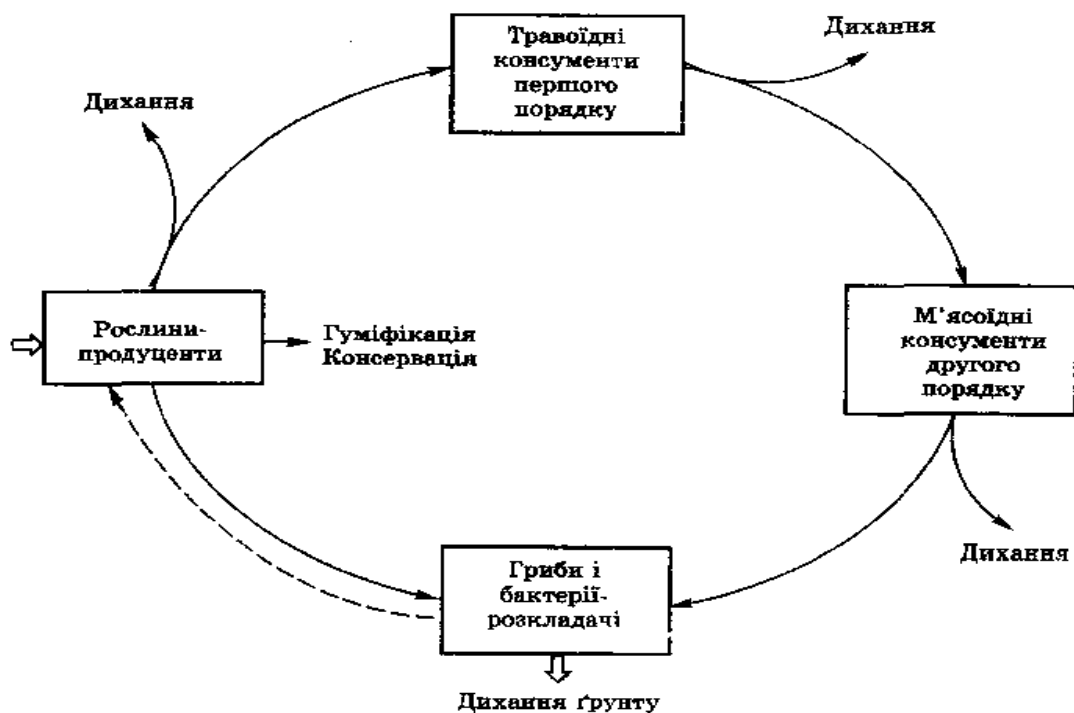


Рис. 13. Колообіг речовин і енергії в біосфері

Отже, ці три вітки рослинних і тваринних організмів і створюють навколишнє природне середовище в біосфері.

Вказані екологічні групи рослинних та тваринних організмів відрізняються типом живлення і будовою. За типом живлення вони поділяються на **автотрофні** (фотосинтез) і **гетеротрофні організми** (адсорбція і перетравлення). За будовою в цих групах виділяють **еукаріоти тканинні** (рослини, тварини), **еукаріоти одноклітинні і багатоклітинні** (водорості, гриби, найпростіші); **прокаріоти, переважно одноклітинні** (фотобактерії, скотобактерії, архебактерії) (рис. 14).

Екологічні групи		Продуценти	Редуценти	Консументи
Тип живлення		Автотрофний	Гетеротрофний	
		Фотосинтез	Абсорбція	Перетравлення
Тип будови	Еукаріоти тканинні	Рослини <i>Plantae</i>		Тварини <i>Animalia</i>
	Еукаріоти одноклітинні і багатоклітинні	Водорості	Мycota Гриби	Найпростіші
	Прокаріоти переважно одноклітинні	Фотобактерії Скотобактерії Архебактерії Прокаріоти		

Рис. 14. Основні складові живої природи (за І.П. Баб'євою, Г.М. Зеновою)

Залежно від особливостей трофічних зв'язків між рослинними і тваринними організмами, що є динамічними, виникають різноманітні форми життя.

Так, у літосфері після поїдання тваринами певних видів рослин (трав, плодів, насіння, посівів) поширюються види, які залишилися, до них також додаються види з насіння, перенесеного птахами, тваринами, комахами.

Значний вплив на рослинність мають землерийні тварини, що знищують і порушують рослинний покрив, спричинюючи зміну його ботанічного складу тощо. Проте, найбільшою мірою рослинність і тваринний світ змінюються під впливом діяльності людини, тобто під впливом **антропогенного фактора**.

Концепцію біогеоценозу розробив В.М. Сукачов (1942). Згідно з його визначенням, **біогеоценоз** (від грец. *bios* – життя, *ge* – земля, *koinos* – загальний) – це сукупність на певній ділянці земної поверхні

однорідних природних об'єктів (атмосфери, гірської породи, рослинності, тваринного світу, мікроорганізмів, ґрунту і гідрологічних умов) з особливою специфікою їх взаємодії і певним типом обміну речовиною й енергією між собою та з іншими компонентами природи, що становлять внутрішні протиріччя системою єдності, яка знаходиться в постійному русі, розвитку. Будь який біогеоценоз є екологічною системою, а конкретна екосистема – **біогеоценозом**.

Субедифікатори та едифікатори. Посіви сільськогосподарських культур, кормових трав і лікарських рослин, забезпечуючи потреби людей у продукції рослинного походження (їжа, корми, сировина для промисловості і т.д.), є не тільки продуктом природи, а й об'єктом людської праці. Звідси їхній ріст і розвиток визначаються **антропо-генними факторами**. Із загальної кількості видів рослин на Землі людина інтенсивно використовує не більше 200, при цьому 85% площ займають злакові (пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, сорго, просо, жито) та бобові (соя, квасоля, кормові боби, горох, вика) культури.

Культурні рослини, займаючи центральне місце в агроценозі, створюють найбільш сильний, часто панівний вплив на агрофітоценоз.

У фітоценозах з кількох компонентів є домінуючі види, або **едифікатори** (найчастіше це пшениця, жито або кукурудза) (за І.В. Ларіним), та допоміжні, які мають незначне поширення – **субедифікатори**. У багаторічних агрофітоценозах домінуючий вид часто вегетує протягом 1-2 років, далі його місце займає також високопродуктивний, але більш довговічний вид. Саме це забезпечує загальну високу продуктивність багаторічних травосумішей за роками.

Рідше зустрічаються змішані посіви двох або більше видів (**кондомінантів**), наприклад, вика або горох з вівсом, багатокомпонентна трав'яна суміш. Едифікаторний вплив у рослин-домінантів, а також кондомінантів різноманітний. **Едифікатори** змінюють мікроклімат агроекосистеми, впливають на фізико-хімічні властивості ґрунту і ґрунтову вологу. Виділяючи біологічно активні речовини, едифікатори справляють істотний вплив на флору і фауну агроекосистеми. Культурні ж рослини впливають на середовище за допомогою виділення метаболітів. Важливу роль у едифікаторів для фітоценозів середовища серед метаболітів відіграють **колін** (агенти впливу нижчих рослин на вищі) і **фітонциди** (агенти впливу вищих рослин на нижчі).

Залежно від умов вирощування, періоду онтогенетичного розвитку та морфологічних особливостей культури її **едифікаторна роль** різна. Найсильніші едифікаторні властивості мають багаторічні трави. За ступенем ослаблення цих властивостей однорічні культури утворюють

такий ряд типів **агроекосистем**: озимі, ярі колосові, зернобобові, ярі просапні, баштанні, овочеві тощо.

Боротьба зі шкідниками культурних рослин має спиратися на принципи і заходи, які застосовуються для захисту саме життєвих функцій рослин, що порушуються шкідниками. Кожна програма, розроблена для боротьби з тим чи іншим шкідником, повинна враховувати заходи, які застосовуються до, після і на протязі вегетації культурної рослини.

Рівні організації та типи агроекосистеми. Штучно створені людиною рослинні угруповання посівом чи висаджуванням культурних рослин, під новою синонімічною назвою - **агроекосистема, агроценоз, агробіоценоз, сільськогосподарська екосистема, сільськогосподарський фітоценоз** тощо, завжди є збідненим рослинним (тваринним) угрупованням одного чи декількох видів для отримання певної фітопродукції від автотрофів. До них зазвичай відносять посіви сільськогосподарських культур: зернових, бобових, олійних, технічних, плодovих, овочевих, кормових та культурні пасовища; багаторічні насадження: плодові сади, захисні лісонасадження, штучно створені лісові екосистеми тощо.

Штучно створені людиною **агроекосистеми (біоценози)** складаються з певних видів рослин (сортів). Рослини, які зростають на польових ділянках і є сталими елементами агроекосистем, називаються **компонентами**. Основу агрофітоценозу становлять культурні рослини полів, городів, садів, тобто **едифікатори**, про домінантну роль яких дбає людина.

Штучно створені агроекосистеми (біоценози) різняться від **природних** рядом особливостей: 1) у них різко знижене видове різноманіття організмів, оскільки на полях вирощують один, рідко – декілька видів рослин, тут значно збіднюється видовий склад тварин і мікроорганізмів у біоценозі; 2) без постійної турботи людини, вирощувані види рослин, що виведені й дібрані нею, неспроможні виграти боротьбу за існування з дикорослими видами (бур'янами); 3) агроекосистеми рослин, крім потоку сонячної радіації, отримують додаткову енергію від людини, яка створює умови для вирощування культурних видів рослин (обробіток ґрунту, внесення добрив, боротьба з бур'янами, шкідниками, хворобами тощо); 4) вирощений урожай вилучається і він не потрапляє в подальший ланцюг живлення й обміну енергією в агроекосистемі; 5) без належного догляду (повернення) з боку людини в агроекосистемі неминуче відбудеться поступове збіднення й деградація її важливої складової ґрунту.

Кожен тип агроекосистеми у своїй організації має певні **компоненти**, які беруть участь у створенні цієї динамічної системи. Її **компонентами** зазвичай є видовий склад рослин, його ярусність, співвідношення надземних і підземних органів, ступінь участі окремих видів у формуванні системи, життєвість окремих видів, рясність вкривання та ін. Агроекосистеми характеризуються обов'язковим домінуванням вирощуваних культурних рослин, які чинять основний вплив на формування біотичних особливостей штучної системи.

Під **типом агроекосистеми** слід розуміти сукупність окремих агроекосистем, однорідних за компонентним складом середовища та їх динамікою. Найвищою ієрархічною одиницею агроекосистемного рівня є **агросфера**. До системного складу входять одиниці нижчих рівнів – аграрні ландшафти, які, в свою чергу, є сукупністю польових, пасовищних, фермерських екосистем.

У сучасних агроекосистемах матеріально-енергетичні, економічні й екологічні процеси виробництва біологічної продукції знаходяться у складних взаємозв'язках. Науково обґрунтована організація агроекосистем передбачає створення раціональної природної та природно-господарської інфраструктури (шляхи, лісові насадження, сільськогосподарські угіддя, канали та ін.), адекватні особливостям місцевого ландшафту і господарському використанню території загалом. Організація агроекосистем має бути наближеною до контурів природних комплексів, що досягається оптимізацією агроландшафту. Проте, це лише видима частина екологічно обґрунтованої агроекосистеми, значно складніші внутрішні процеси масо- й енергообміну, які підтримують ландшафтно-екологічну рівновагу.

Н.А. Уразаев та ін. (2000), пропонують наступні екологічні терміни для визначення сільськогосподарських екосистем: 1) **агросфера** – глобальна екосистема, що об'єднує територію земної поверхні, яка перетворена сільськогосподарською діяльністю людини; 2) **аграрний ландшафт** – екосистема, сформована в результаті сільськогосподарського перетворення ландшафту (степового, пустельного тощо); 3) **сільськогосподарська екологічна система** (сільськогосподарська екосистема) – екосистема на рівні господарства; 4) **агроекосистема** – поле, сад, теплиця, оранжерея; 5) **пасовищна агроекосистема** – природне чи культурне пасовище.

Основними **елементами** сільськогосподарських **екосистем** є: 1) культурні рослини, висіяні або висаджені людиною; 2) бур'яни, які потрапили в агроекосистеми всупереч волі людини; 3) мікроорганізми

ризосфер культурних рослин і бур'янів; 4) бульбочкові бактерії на корінні бобових рослин, що зв'язують вільний азот повітря; 5) мікоризотворні гриби на корінні вищих рослин; 6) водорості, бактерії, гриби, актиноміцети, вільноживучі в ґрунті; 7) безхребетні тварини, що живуть у ґрунті і на рослинах; 8) хребетні тварини (гризуни, птахи та ін.), які живуть у ґрунті й посівах; 9) гриби, бактерії, віруси – паразити (напівпаразити) культурних рослин і бур'янів; 10) бактеріофаги – паразити мікроорганізмів.

Характерна **особливість сільськогосподарських екосистем** у тім, що вони є продуктом трансформування природних. Трансформуючи природні екосистеми в сільськогосподарські, людина змінювала живі та неживі компоненти природних комплексів: рослинний і тваринний світ, ґрунт, воду, атмосферу. Рослини природної флори знищували, змінювали на нові, потрібні для задоволення потреб людини.

У сільськогосподарських екосистемах ланцюги живлення залучені в сферу діяльності людини. В них змінена екологічна піраміда, на вершині якої стоїть людина, що є специфічною ознакою будь-якої сільськогосподарської екосистеми. При умовному розгляді агроєкосистеми, як поєднання природної екосистеми з антропогенною енергією, неважко виявити, що питомі затрати енергії в до індустріальному сільському господарстві були порівняні з енергозатратами в природних екосистемах. З переходом на інтенсивне ведення сільського господарства енерговикористання набагато зросло.

Людина, як споживач, має підтримувати свій трофічний (**антропогенний**) ланцюг у біосфері і використовувати з нього органічної речовини (тобто поживних речовин або загалом енергії) не більше, ніж надходить у нього. Лише за такої умови забезпечується цілісність екосистеми. Тому створюване на полях в системі сівозмін штучне біологічне середовище, має функціонувати так само ефективно, як і природне. Проте, об'єм біологічного колообігу речовин у ньому повинен бути набагато більшим, щоб забезпечити одержання необхідної кількості продуктів харчування і сировини для промисловості. Штучно створена екосистема сівозміни або агроландшафту добре функціонує лише за оптимальної взаємодії усіх трьох складових трофічного ланцюга – продуцентів, консументів усіх порядків (включаючи людину) та редуцентів – деструкторів. Це означає, що середовище (ґрунт, повітря, поливна вода) повинно бути сприятливим, не містити шкідливих компонентів, які б погіршували роботу, зокрема першої (продуцентів) і останньої ланки цього ланцюга редуцентів –

мікроорганізмів – бактерій, дріжджових грибів, грибів-сапрофітів та інших, які мінералізують органічну речовину рослинних решток та органічні добрива. Як уже зазначалося, великої шкоди цим трофічним зв'язкам в агробіоценозі завдає неправильне використання мінеральних добрив, інсектицидів, гербіцидів. Тому рослинництво, як частина біосфери і основа агробіоценозу, має бути вільним від різних забруднювачів, забезпечувати біологічно й екологічно якісні зв'язки людини з екосистемами.

Чистота довкілля. Від рослинництва люди повинні мати лише якісну продукцію. Для її одержання (аналогічно тому, як цього добиваються в промисловості), слід використовувати якомога менше енергоресурсів, тобто рослинництво, як провідна галузь сільського господарства, повинне заощаджувати енергію і бути екологічно доцільним виробництвом. Цьому, як засвідчують дослідження і практика сучасного інтенсивного рослинництва, сприяють застосування переважно біологічних, агротехнічних прийомів вирощування культур (застосування органічних добрив, біологічної азотфіксації, широке використання асоціативної мікрофлори, правильний догляд за посівами, впровадження сортів польових культур, які мало уражуються хворобами та шкідниками, тощо).

Техногенні екосистеми. Техносфера. Результати діяльності людини викликають постійну стурбованість спеціалістів різних галузей і громадськості. Це пов'язано з тим, що набагато підвищилася потужність промислових об'єктів, збільшилася кількість транспорту, газопроводів, зросла токсичність викидів в атмосферу, кількість шкідливих відходів тощо. Великої шкоди завдають пожежі, зокрема, на підприємствах нафтової та газової енергетики. При цьому мають місце і велетенські вибухи, внаслідок чого збільшуються площі пошкоджених угідь. Викид у повітря всього 2-2,5 кг діоксану, внаслідок вибуху на хімічному заводі в Італійському місті Севезо, призвів до ураження території площею 18 км².

Технічний прогрес приносить людині не тільки матеріальне благополуччя, але й обумовлює постійно зростаюче техногенне навантаження на біосферу – ґрунт, водойми, ріки, атмосферу, живі організми. До факторів, що його викликають, відносять хімізацію сільського господарства. Високі дози мінеральних добрив, численні обробки хімічними засобами захисту рослин, порушення технології їхнього застосування, інтенсивне оброблення ґрунту, глибока оранка призвели до цілого комплексу негативних екологічних наслідків.

Хімізація порушує саморегуляцію в живій природі, послаблює захисні сили рослин, тварин і людини. Старі, випробувані агротехнології вже не в змозі справитися з цими проблемами. Перед людством виникла проблема подальшого розвитку землеробства, пошуку альтернативних шляхів підтримки його високої продуктивності та екологічної безпеки.

Розвиток промисловості спричинює негативний вплив на всі екологічні категорії біосфери. Замість природних, створюються так звані техногенні екосистеми, змінюються ландшафти, зазнає впливу і неорганічна природа. Отже, навколишнє середовище ще далеко не та оптимізована людиною ноосфера, про яку мріяв В.І. Вернадський. Воно є результатом промислової діяльності людини, якою повністю охоплена земна поверхня, і називається **техносферою**. Негативний вплив її на навколишнє середовище, зокрема, на агроландшафти треба послабляти, що значною мірою залежить від загальних природоохоронних заходів та діяльності людини, спрямованої на поліпшення трофічних зв'язків у біологічному середовищі.

Великої шкоди природним угіддям і агроландшафтам завдають відходи у вигляді будівельних матеріалів, пластику, супутніх продуктів видобутку вугілля, нафти та інших копалин, а також відходи промисловості, що нагромаджуються як забруднювачі навколишнього природного середовища. Людина повинна виконувати роль редуцента і забезпечувати їх штучну (поза природним колообігом речовин) утилізацію або гарантувати знешкодження їх у ґрунті.

6.2. Основні заходи поліпшення екологічного стану полів

У сучасних умовах для отримання якісної продукції рослинництва і тваринництва недостатньо застосування технологій, вільних від надмірної хімізації. Рослини засвоюють з ґрунту лише ті поживні речовини, які їм потрібні. Однак, за надлишкових концентрацій шкідливі елементи й хімічні сполуки з ґрунту потрапляють у рослини, зерно, корми, а отже, у продукцію тваринництва.

Велике значення має оптимальна **система азотного живлення** рослин. Надмірна концентрація рухомого азоту (понад 6-8 мг/кг ґрунту) може призводити до підвищення вмісту нітратів у рослинах, що погіршує якість урожаю. Слід зазначити, що органічні добрива, які вносять в надмірних кількостях (понад 16-17 т/га сівозміни), як і мінеральні, спричинюють нагромадження нітратів та інших шкідливих

сполук у продукції рослинництва. Крім того, надмір гною може бути джерелом забруднення землі важкими металами. Перед внесенням органічні добрива треба знезаражувати, очищати від насіння бур'янів, визначати їх хімічний склад.

Гній слід знезаражувати термічно, мул і сапропель – тривалим витримуванням у штабелях, компостуванням з негашеним вапном, аміаком рідким синтетичним, аміачною водою тощо.

Норми внесення різних відходів і компостів слід оптимізувати залежно від допустимих концентрацій важких металів у ґрунті.

Недоцільно вносити свіжий і рідкий гній без його знезараження. На 2-3 поля сівозміни треба мати спеціально побудовані польові гноєсховища, в які гній вивозять безпосередньо з ферм. З рідкого гною і сечовини, фекальних відходів, використовуючи торішню соломку, в цих гноєсховищах можна готувати високоякісні органічні добрива.

Не можна вносити надмірні дози **калійних** і особливо **фосфорних** добрив, оскільки це може призвести до підвищення радіоактивного фону на полях у десятки разів. Так, суперфосфат іноді містить багато важких металів, зокрема урану. До інших заходів, які поліпшують екологічні умови на посівах польових культур, належить насамперед раціональна система удобрення, яка значною мірою запобігає потрап- лянню надлишку поживних речовин добрив, зокрема нітратів, у навколишнє середовище, особливо в ґрунтові води.

Негативним екологічним фактором є **безсистемний полив** на зрошуваних землях, особливо надмірними поливними нормами (понад 300-400 м³/га). Наслідком є ерозія ґрунту, змивання і вимивання добрив у його нижні горизонти, звідки підземним стоком вони потрапляють у водойми; збіднення верхнього шару ґрунту на кальцій, зміна співвідношення катіонів у вбирному комплексі та, як наслідок – погіршення вбирної здатності ґрунту та ін.

При меліоративному непорядкованому землекористуванні особливо великої шкоди завдає **ерозія**. У боротьбі з ерозією, як дуже негативним агроекологічним фактором, велике значення має ґрунтозахисна система землеробства. При її застосуванні інтенсивне рослинництво локалізують на рівнинній частині території, на схилах вирощують переважно зернові і трави, застосовують також післяжнивні посіви, а на землях вододілів, що прилягають до гідрографічного фонду, проводять залуження – вирощують бобово-злакові травосуміші. **Ґрунтозахисна система землеробства** – це комплекс природоохоронних заходів, які треба розробляти в кожному регіоні і господарстві.

Охорона навколишнього середовища – це комплекс міжнародних, державних, регіональних, господарських, соціально-політичних і громадських заходів, спрямованих на забезпечення раціонального функціонування агроландшафтів із збереженням їх ресурсовідновних і формуючих середовище функцій. Найважливішими важелями охорони агроландшафтів є регулювання та догляд за ними, дотримання режиму використання, запобігання забрудненню, забезпечення властивостей самоочищення.

Середовище оцінюється як здорове, або комфортне, при оптимальному відношенні людини до нього. Воно вважається нездоровим, або дискомфортним, якщо це відношення супроводжується відхиленням у стані здоров'я від норми, і екстремальним, коли спостерігаються серйозні необоротні зміни в стані здоров'я населення. Ми є свідками екстремального стану агроландшафтів у зоні Чорнобильської катастрофи, в зонах діяльності гігантських тваринницьких комплексів.

В умовах регульованого потоку енергії, необхідно визначити норми її навантаження на агроландшафт, або величини агроландшафтної дії, які не порушують їх функції. При перевищенні навантаження природні властивості можуть різко порушуватися, що призводить до зміни всього агроландшафту, внаслідок чого виникають деградовані його форми, які втрачають властивість виконувати будь-яку функцію. Деградація виникає внаслідок фізичного знищення або порушення фізичних властивостей землі (ерозія, штучні водосховища, заболочування, опустелювання, переущільнення та ін.), хімічного чи біологічного забруднення.

Внаслідок взаємодії компонентів агроландшафту, забруднення одного з них викликає забруднення інших, охоплюючи його повністю (повітря – ґрунт – рослинність – вода). Негативні наслідки забруднення агроландшафтів призводять до порушення їх соціально-економічних функцій.

В інтенсивному сільському господарстві забруднення може відбуватися внаслідок поверхневого змиву агрохімікатів і водної ерозії, інфільтрації забруднювачів за межі кореневмісного шару і нагромадження токсичних речовин у продуктах рослинництва.

Сучасні агроландшафти потребують неухильного захисту від постійного скорочення або знищення їх внаслідок нерозумної чи недалекоглядної діяльності людини. Земля залишається нині і, очевидно, в майбутньому буде основним джерелом для виробництва поновлюваної енергії. Якщо розораність земель у США становить 16%,

Англиї, Франції, Німеччині – 28-31, Румунії і Польщі – 42-46, то на Україні – 57%. Особливо висока питома вага ріллі – до 75-85% у Лісостепу і Степу. В окремих районах Вінницької, Київської, Тернопільської, Хмельницької та деяких інших областей вона досягає 92-94%.

Інтенсивне розорювання землі й насичення сівозмін просапними культурами підвищують ступінь її змиву на Поліссі до 1 т/га, в Степу – 3, Лісостепу – в середньому до 9,2, в західних його районах – до 31-36 т/га. В окремі багатоводні роки змив ґрунту досягає 60-120 т/га, а на бурякових плантаціях, розташованих на схилах – до 500-1000 т/га.

За останні 25 років площа еродованих земель на Україні збільшилася на 2 млн. га і становить понад 10 млн. га. В середньому за рік змивається до 15 т/га ґрунту, з яких втрачається 240-735 кг гумусу, 500-700 кг поживних речовин, що в 2-3 рази більше, ніж вноситься з добривами. Під впливом ерозії та непередуманих процесів інтенсифікації землеробства родючість ґрунтів послідовно знижується. Основними причинами цього є порушення оптимальної спеціалізації господарств, відсутність раціональної організації їх території, заборони розміщення на схилах понад 3° просапних культур, комплексності в застосуванні протиерозійних заходів.

Наприклад, у Тернопільській області розорано 88% сілгоспугідь, а в окремих господарствах – 95-97%. Високий рівень розораності угідь, а також нічим не виправдане розширення посівів просапних культур, призвели до значного розвитку в господарствах району ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунтів становлять близько 3,4 млн. т, у тому числі понад 90 тис. т гумусу. У грошовому виразі збитки перевищують 10,8 млн. грн. на рік. Ерозія вже охопила 30,8 тис. га ріллі, або 61,4%, і далі продовжує поширюватися на поля.

Крім руйнування ґрунтів, зниження якості вирощуваної продукції, виробничих показників господарської діяльності господарств області в цілому, ефективності інтенсивних технологій у землеробстві, значно погіршується екологічний режим навколишнього середовища, внаслідок посиленого забруднення агрохімікатами річок і водойм, навколо яких не дотримуються розмірів нормативних захисних смуг. У таких умовах розробка і впровадження ефективних протиерозійних заходів, з відповідною оптимізацією структури рослинництва, є першочерговим завданням.

Виконання комплексу протиерозійних заходів, подальша інтенсифікація землеробства, послідовне освоєння науково обґрунтованих систем його ведення, підвищення родючості ґрунту, впровадження

інтенсивних технологій, прогресивних форм організації виробництва і стимулювання праці сприятимуть підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і поліпшенню якості вирощуваної продукції. При впровадженні **грунтозахисної контурно-меліоративної** системи землеробства та раціональному використанні наявного біокліматичного і ресурсного потенціалу, врожайність зернових порівняно з середньорічними даними зростає на 29,4%, цукрових буряків – на 23,8, картоплі – на 61,2 і сіяних кормових культур – на 60,4%. При цьому розораність угідь поступово (за 2-4 роки) зменшиться на 12,8% і не буде перевищувати 75%.

Припинити фізичну деградацію землі, внаслідок інтенсивних ерозійних процесів, можна тільки комплексним підходом до вирішення проблеми, включаючи агрохімічні, меліоративні, лісомеліоративні, інженерні, соціальні та інші фактори. Розроблена концепція контурно-меліоративного землеробства на Україні відповідає сучасним технологіям і широко впроваджується у виробництво. Основними ланками контурно-меліоративної системи землеробства є диференційований підхід до використання земель залежно від ступеня їх змивання, контурна організація території, створення гідрографічної мережі та впровадження ґрунтозахисних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур.

За прийнятою класифікацією всі землі, що знаходяться в обробітку, підрозділяють на три технологічні групи за типом інтенсивності їх використання. **Перша група** – рівнинна частина орних земель і схили крутизною до 3°. Вони придатні для вирощування всіх культур рядкової сівби і просапних. Тут доцільні інтенсивні польові сівозміни з максимальним насиченням їх високопродуктивними просапними культурами – цукровими буряками до 25-30%, кукурудзою на зерно – 20-40, а також горохом – 15-20% при оптимальній періодичності повернення їх на попереднє місце. Приблизна схема сівозміни для цієї групи земель може бути такою:

1. горох, 2. озима пшениця, 3. цукрові буряки, 4. кукурудза на зерно, 5. гречка, кукурудза на силос, 6. озима пшениця, 7. цукрові буряки.

До **другої технологічної** групи відносять землі на схилах від 3 до 7°. Тут освоюють ґрунтозахисні зерно-трав'яні сівозміни, наприклад:

1-2. багаторічні трави, 3. озима пшениця, післяжнивню – капустані, 4. ячмінь + трави.

До **третьої** технологічної групи належать схили крутизною понад 7°, які використовують під високопродуктивні бобово-злакові трави, наприклад:

1-3. багаторічні трави, 4. озима пшениця + трави.

Крутосхили та зруйновані землі закріплюють лісосмугами.

Контурно-меліоративна система землеробства передбачає не тільки зміни структури посівних площ, орієнтуючись на економічні вимоги, а й комплекс заходів по догляду за агроландшафтами, який полягає в нарізуванні контурів полів за горизонталями місцевості, виконанні земляних і гідротехнічних споруд – обвалування контурів, утворення терас на схилах, водотоків (як правило, задернованих), ставків по дну балок, вода з яких може надходити на рівнинні землі для зрошення. Система обробітку ґрунту передбачає диференційований підхід – оранку, плоскорізний обробіток (на схилах), щільювання, використання чизельних знарядь для розпушення плужної підшви.

Використання добрив при контурно-меліоративному землеробстві підпорядковано вимогам щонайменшого забруднення навколишнього середовища внаслідок їх змиву. Органічні добрива вносять на землях першої технологічної групи, враховуючи підвищене насичення їх просапними культурами. Дози органічних добрив збільшують у 1,5-2 рази за рахунок скорочення їх внесення в ґрунтозахисних сівозмінах. Рівень застосування мінеральних добрив на рівнинних землях слід розраховувати, виходячи з наявності в ґрунтах поживних речовин і виносу їх запланованим урожаєм. Система удобрення на землях другої технологічної групи передбачає локальне та внутрішньогрунтове внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту і в рядки. Поверхнєве внесення туків повинно супроводжуватися негайним їх загортанням у ґрунт. Внесення азотних добрив у підживлення по мерзлоталому ґрунту виключається. На таких землях слід широко використовувати для удобрення подрібнену солому озимих культур (з додаванням мінерального азоту з розрахунку на 1 т соломи 8-10 кг або рідкого гною 6-8 т), де можна широко використовувати післяжнивні чи післяукісні посіви на корм худобі або на зелене добриво.

На землях третьої технологічної групи, що мають слабку забезпеченість фосфором або калієм, вносять при користуванні багаторічними травами під покривну культуру $P_{150-250}K_{120-200}$. На еродованих землях органічні добрива, як правило, не використовують, бо рештки багаторічних трав повністю компенсують їх відсутність.

Крутосхили і зруйновані ерозією землі не удобрюють.

Система захисту рослин від шкідників та хвороб теж підлягає диференційованому застосуванню залежно від крутизни схилів.

Науково обґрунтоване впровадження контурно-меліоративного землеробства покликано докорінно оздоровити вкрай перевантажені агроландшафти. Проте, воно було б неповним без усвідомленого втручання в процеси, що виникають у ґрунті, внаслідок інтенсивного використання важкої неекологізованої техніки. Йдеться про переущільнення ґрунтів, яке набуває масового поширення. Природу цього явища можна краще збагнути при розкритті окисно-відновних (ОВ) реакцій у ґрунтах. Під ОВ реакціями розуміють перехід електронів у масі ґрунту від однієї частки до іншої. При окисненні відбувається приєднання кисню до речовини і втрата нею водню або електронів. Реакція ж відновлення означає втрату речовиною кисню і приєднання до неї водню чи електронів. Нормальний окислювальний потенціал урівноважує реакції окислення та відновлення в ґрунтовому розчині.

Погіршення умов аерації в результаті підвищення його вологості або переущільнення призводить до зниження ОВ потенціалу. Як правило, його величина для нормально зволжених дерново-підзолистих ґрунтів становить 550-750 мВ, чорноземів – 400-600, на затоплюваних ґрунтах він знижується до 200 мВ, після чого відбувається інтенсивний розвиток процесів відновлення. Зниження ОВ потенціалу до 250-400 мВ призводить до утворення закисних форм заліза і рухомого марганцю, які є токсичними для рослин.

Оптимальні умови для нітрифікаційних процесів створюються при значеннях ОВ потенціалів, що дорівнюють 350-500 мВ. При різкому зниженні ОВ потенціалу починаються процеси денітрифікації, підкислення ґрунтового розчину, внаслідок вивільнення з колоїдної частини ґрунту іонів водню.

Виходячи з теорії ОВ потенціалів, стає зрозумілою і природа переущільнення, яка виникає внаслідок інтенсивної дії важкої сільсько-господарської техніки. Питання переущільнення ґрунтів набуває нині великої масштабності, тому що в багатьох областях України переважають ґрунти середнього і важкого механічного складу – суглинкові й глинисті, що сягають 70-90% землі в обробітку, які в першу чергу підпадають ущільненню. Це переважно дерново-підзолисті, сірі лісові ґрунти та чорноземи опідзолені. Чорноземи типові й звичайні та інші ґрунти з нейтральною або слабо-лужною реакцією, що мають вищий вміст гумусу, більш стійкі проти переущільнення, проте родючість їх останнім часом знижується. Основна причина цього полягає

в руйнуванні структури ґрунтів, ущільненні їх та утворенні плужної підшви. Адже більшість операцій на полі багаторазово здійснюється машинами і знаряддями, маса яких досягає 10-12 т, а питомий тиск становить 150-300 кПа.

Втрати ґрунтом агрегатного стану зменшує пористість, а також його водопроникність та аерацію, волога витрачається через тонко-капілярні пори. Все це сприяє розвитку ерозійних процесів. Внаслідок переважання реакцій відновлення, поширюється кислотність ґрунту, особливо в районах бурякосіяння, де площа кислих ґрунтів за останнє десятиріччя збільшилась на 1 млн. га. При ущільненні ґрунтів окремі групи мікроорганізмів і грибів, які у звичайних умовах є індіферентними, стають патогенними. Так, представники грибів *Fusarium*, *Micor*, *Penicillium* викликають захворювання кореневої системи в рослин.

Для підвищення продуктивності таких земель, слід розробити і впровадити ряд агротехнічних заходів, що можуть їх розуцільнити, маючи при цьому на увазі, що і занадто розпушений ґрунт перед сівбою повинен осісти або його слід ущільнити котками до оптимального значення.

Досліджуючи щільність ґрунту в умовах виробництва, неважко переконатися, що на ущільнених площах спостерігається дуже слабка, проникність кореневої системи за межі підорного шару. Це, звичайно, негативно впливає на продуктивність землі та знижує ефективність добрив на 35-40%, навіть при доброму зволоженні. Нестача кисню уповільнює розвиток коріння і навіть призводить до його відмирання в точках росту.

Вітчизняна і світова практика свідчить, що для розуцільнення ґрунтів найбільш придатні знаряддя чизельного типу, щільювачі та інша техніка. Розпушення землі чизельними лапами відбувається на глибину 35-40 см, що руйнує плужну підшву, залишаючи по лінії її проходу гофровану поверхню. Широке впровадження цього заходу забезпечує одержання додаткового врожаю цукрових буряків 40-70 ц/га. Чизелювання полів найбільш вигідно проводити після неглибокої оранки восени під цукрові буряки, картоплю, кукурудзу, горох. Зернові культури найкраще використовують післядію цього заходу. Повторне глибоке розпушування площі здійснюють через 3-4 роки.

Виходячи з узагальнення літературних джерел, наукових досліджень і практичного досвіду передових господарств, встановлена доцільність різноглибинного обробітку ґрунту, яка передбачає застосування способів полицевого і безполицевого обробітку, з включенням заходів по біологічній активації підорного шару.

Поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту забезпечується не лише механічною дією. Важлива роль у цій справі належить підстилкового гною, післяжнивним решткам, зеленим добривам, соломі озимих і стеблам інших культур. Це забезпечує певну розпушеність плужної підшви, водопроникність ґрунту підвищується в 1,8-2,5 рази. При розкладі зелених рослин утворюються сполуки, що склеюють і забезпечують міцність структурних агрегатів.

В Україні інтервал оптимальної щільності ґрунтів на дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах Полісся для зернових культур становить 1,25-1,35 г/см³, просапних – 1,1-1,3, середньо- і важко-суглинкових – відповідно 1,1-1,4 та 1,1-1,2, у Лісостепу для середньо-суглинкових ґрунтів – 1,1-1,3 та 1,0-1,25, важко-суглинкових – 1,0-1,3 та 1,0-1,26, у Степу для всіх типів ґрунтів – 1,0-1,3 та 1,2-1,3 г/см³.

Для забезпечення чистоти середовища і агроландшафту, в кожному господарстві слід розробляти цілісну систему природоохоронних і екологічних заходів з обов'язковою протиерозійною організацією території.

Збільшення обсягів видобутку корисних копалин, особливо відкритим способом, призвело до утворення великих площ порушених земель. Порушення гірничорудною промисловістю природних ландшафтів завдає навколишньому середовищу дуже великих збитків. Окремі кар'єри займають площі до 2-3 тис. га, а їх глибина – до 200 м і більше. Внаслідок цього знищується рослинність, руйнується ґрунтовий покрив, знижується рівень підґрунтових вод, у техногенний процес ландшафтоутворення залучаються екологічно невластиві, а частіше біологічно шкідливі геохімічні елементи, які виносяться на поверхню в кількостях, набагато більших, ніж у звичайному природному колообігу. Встановлено, що порушені ділянки негативно впливають на довколишню територію, її площа приблизно в 10 разів більша за площу безпосереднього порушення.

Ландшафти, порушені при видобуванні корисних копалин (вугілля, залізної руди, ільменіту, гранітів, торфу та ін.), рекультивують. **Рекультивація земель** – це комплекс заходів щодо відновлення господарської, санітарно-гігієнічної та естетичної цінності порушених земель, поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства. Процес рекультивації земель складається з двох етапів.

На першому проводять **технічну рекультивацію**, яка включає планування поверхні відвалів, засипання кар'єрів, ровів, вирівнювання поверхні, формування родючого шару ґрунту. Технологію створення придатних для сільськогосподарського використання рекультивованих земель необхідно будувати так, щоб зібраний у бурти до початку виконання видобувних робіт родючий шар ґрунту (20-60 см) безпосередньо вкладати на сплановану поверхню промислових відвалів. Глибина шару торфу, що залишається після торфорозробок, необхідного для забезпечення водно-повітряного і поживного режимів на торфовищах у разі їх рекультивації, має становити: для вирощування сільськогосподарських культур не менш як 0,5 м.

Бурти чи штабелі заввишки 5-15 м за тривалого зберігання засівають багаторічними бобово-злаковими травами.

Товщина покривного шару ґрунту має бути 30-60 см, що забезпечує врожаї культур на рівні, близькому до непорушених земель. На рівень родючості насипного шару різних типів ґрунтів впливають склад і властивості підстильних гірських порід, на які його кладуть. Найсприятливішими гірськими породами є лес, лесоподібні суглинки, піщано-глинисті відклади.

Другий етап передбачає роботи з біологічної рекультивації. **Біологічна рекультивація** – це комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення рослинності, заселення культурних рас мікроорганізмів, черв'яків, комах, птиці тощо. Вона може бути сільськогосподарською або лісовою. На рекультивованих землях застосовують паро-зерно-просапні, трав'яно-зерно-просапні чи трав'яно-зернові сівозміни залежно від насипаного шару ґрунту, його родючості і зони розміщення.

На відновлених землях (особливо в перші 1-5 років освоєння) треба вносити підвищені (на 20-30%) норми органічних і мінеральних добрив.

На певній частині порушених земель (25-30%), що є гірськими виробками і прилеглих до них схилах відвалів, малопродуктивних землях формують агроценози іншого цільового призначення (без ґрунтового покриття). Це лісові насадження, кормові і мисливські угіддя, водойми, рекреаційні зони.

6.3. Заходи боротьби із шкочочинними організмами та якість рослинницької продукції

Пестициди (лат. Pestis – зараза; sidus – вбиваючий) – загальна назва різних хімічних засобів, призначених для боротьби із шкідливими організмами рослинного і тваринного походження. Але вони надають лише тимчасову допомогу, оскільки з часом сприяють виробленню стійкості до постійно застосовуваних засобів. Це викликає необхідність використання нових, ще сильніших речовин, які паралельно посилюють негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість продукції, на корисну флору і фауну, тим самим прискорюючи процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі.

Пестициди поділяють на: *гербіциди* – речовини, призначені для знищення бур'янів, і *альгіциди* – для знищення водоростей та іншої водяної рослинності; *інсектициди* – для знищення комах; *фунгіциди* – для знищення грибів (збудників хвороб); *акарициди* – для знищення кліщів; *зооциди* – для знищення гризунів; *овіциди* – для знищення яєць комах; *родентициди* – для знищення мишей, пацюків та інших гризунів.

Токсичність пестицидів – це їх здатність призводити до порушення життєдіяльності рослин (**фітотоксичність**). **Фітотоксичність** виявляється у пригніченні росту, зміні темпів розвитку, зниженні продуктивності. Розрізняють *гостру* і *хронічну* форми фітотоксичності. За гострої – спостерігаються некрози, опіки, деформації, засихання органів рослин через певний час, після застосування препаратів. Хронічна – зумовлена тривалою дією пестицидів, виявляється поступово, хоча й призводить до тих самих наслідків.

Вміст залишкових кількостей пестицидів у продукції рослинного й тваринного походження нормують і контролюють. Для окремих пестицидів визначено **максимально допустимі рівні** (МДР, мг/кг продукту), щоб їх надходження в організм людини з продуктами харчування не перевищило ДДД (максимальна доза пестициду, мг/кг маси тіла людини).

На основі МДР встановлюють: 1) **період чекання**, тобто строк останньої обробки рослин пестицидами (у добах до збирання врожаю); 2) **максимальне число обробок** рослин пестицидом за сезон; 3) **дозу препарату** (кг/га, л/га).

Для обмеження надходження пестицидів в організм людини з повітрям та крізь шкіру встановлено **строки виходу людей (діб)** на оброблені пестицидами площі для виконання ручних і механізованих робіт із догляду за рослинами.

6.3.1. Характеристика гербіцидів та наслідки їх застосування

Значним резервом одержання стійких високих урожаїв сільськогосподарських культур і підвищення якості продукції є ефективна боротьба з бур'янами. На засмічених полях неможливо одержати повну віддачу від меліоративних заходів, застосування добрив, впровадження нових високопродуктивних сортів та інших агротехнічних прийомів, спрямованих на підвищення врожаю культурних рослин. При недостатній боротьбі з бур'янами господарства втрачають 10-20% врожаю, а на дуже засмічених площах ці втрати збільшуються в 1,5-2 рази. При засміченості посівів 50 шт./м² втрати врожаю озимої пшениці становлять приблизно понад 16%, ячменю – 16, льону – близько 40, кукурудзи – 54, люпину – 24%.

Бур'яни не тільки знижують урожайність, а й погіршують якість сільськогосподарської продукції. При наявності гірчаку повзучого в посівах озимої пшениці вміст білка в зерні зменшується на 3,65%, клейковини – на 13,6%, при зниженні врожаю зерна на 11,8 ц/га. Крім того, полин, дурман, кукуль та інші бур'яни мають у насінні отруйні речовини і незначна домішка їх до борошна псує якість хліба.

На території України налічується понад 700 видів бур'янів, з них близько 100 видів являють значну загрозу для посівів сільськогосподарських культур. Видовий склад їх у різних ґрунтово-кліматичних зонах неоднаковий. У зонах достатнього зволоження Полісся та в Лісостепу посіви засмічують більш вологолюбні бур'яни: редька дика, гірчиця польова, зірочник середній, жабрій звичайний, пажитниця п'янка, капуста польова, гречка березковидна, галінсога дрібноквіткова, шпергель звичайний, пристосований до кислих ґрунтів хвощ польовий.

У Степу поширені різні види плоскух, мишій сизий і зелений, курай руський, амброзія полинолиста, портулак городній, паслін чорний, в'юнок польовий, гірчак повзучий та ін. Часто засміченість бур'янами визначається ареалом окремих культур, до яких вони пристосовані. Так, пажитниця льонова, рижій льоновий засмічують посіви льону-довгунця на Поліссі, а плоскухи рисова і великоплідна є специфічними засмічувачами посівів рису в південному Степу. Велика кількість злісних бур'янів поширена по всій території країни: осоти рожевий та жовтий, пирій повзучий, березка польова, лобода біла, мишій сизий і зелений, різні види гречки та ін.

В останні роки в посівах збільшилася кількість таких злісних бур'янів, як осот рожевий, гірчак повзучий, пирій повзучий, амброзія полинолиста, різні види плоскух, мітлиця звичайна, зірочник середній,

злінка канадська, галінзога дрібноквіткова та ін. Причини цього – грубе порушення сівозмін, несвоєчасне і неякісне виконання основних операцій у системі обробітку ґрунту, незадовільна очистка посівного матеріалу, застосування неперепрілого гною, недбалий догляд за посівами, відсутність постійного знищення бур'янистої рослинності на необроблених землях.

Відповідно до даних наукових установ, в орному шарі ґрунту знаходиться від 100 млн. до 4 млрд. на 1 га насінин та вегетативних проростків бур'янів. Висока потенційна засміченість ґрунту і зумовлює досить значний рівень забур'янення посівів у багатьох господарствах. Обстеження полів на засміченість виявило, що понад 90% посівів усіх сільськогосподарських культур засмічено бур'янами, в тому числі 70% – середньо та сильно.

Такий високий рівень засміченості полів бур'янами ставить під сумнів можливість у найближчі роки відмовитися від застосування хімічних засобів захисту рослин, у тому числі гербіцидів. Відомо також, що застосування гербіцидів є важливою ланкою інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які широко впроваджують у господарствах країни. Хімічні засоби боротьби з бур'янами – гербіциди, за більш як 40 років застосування в усіх країнах світу, міцно увійшли в практику сільського господарства. Вони дали можливість практично ліквідувати важке трудомістке ручне прополювання, в сотні разів зменшити затрати праці та в десятки разів – кошти по догляду за посівами. Тепер випускають і застосовують нові препарати, які мають меншу токсичність для теплокровних тварин і людей, більш короткий час розкладання в ґрунті та на рослинах, значно менші дози внесення. Розроблені наукою системи застосування гербіцидів у сівозмінах, передбачають заміну систематичного щорічного внесення на періодичне – один раз на 2-3 роки. В нашій країні створені також зональні регламенти застосування гербіцидів, чітке дотримання яких гарантує від забруднення ґрунт і продукцію рослинництва залишками токсикантів.

Щоб досягти високого ефекту від гербіцидів та цілковитої безпеки їх застосування, необхідно добре ознайомитися з основними відомостями про хімічні та фізичні властивості тих чи інших препаратів, природу та вибірковість їх дії, "поведінку" в рослинах і в ґрунті, неухильно дотримуватися доз, строків і способів внесення, з урахуванням ґрунтово-кліматичних і агротехнічних умов та біологічних особливостей культурних рослин і бур'янів.

Хімічна промисловість у нашій країні й за рубежом випускає велику кількість гербіцидів, що належать до різних класів хімічних сполук. Переважна більшість їх відноситься до органічних сполук таких класів: хлорфеноксиоцтових, хлорфеноксимасляних та хлорфеноксипропіонових кислот, хлорованих аліфатичних карбонових кислот, симетричного триазину, похідних сечовини, карбамінової та тіокарбамінової кислот, похідних хлорбензойної кислоти, хлорамінопіколінової кислоти, похідних амідів і нітрилів карбонових кислот, динітроанілінів та ін.

Гербіциди на основі хлорфеноксиоцтових кислот. До них належать препарати, виготовлені на основі 2,4-дихлорфеноксиоцтової (2,4-Д) і 2-метил-4-хлорфеноксиоцтової (2М-4Х) кислот. Ці сполуки надзвичайно токсичні для дводольних рослин і порівняно нешкідливі для однодольних злакових. Вони легко проникають у рослини як через надземні органи (листки, стебла), так і через кореневу систему. Потрапивши на листки, гербіцид через продири та кутикулу проникає у флоємну тканину і разом з продуктами фотосинтезу переміщується до молодих інтенсивно ростучих органів. Чим кращі умови фотосинтезу й росту, тим швидше гербіцид надходить і переміщується по рослині і його ефективність збільшується. Тому в сонячну теплу погоду, при наявності вологи в ґрунті, гербіциди цієї групи діють сильніше.

Встановлено, що ефіри хлорфеноксиоцтових кислот набагато швидше проникають у листки, ніж солі. Якщо для вбирання ефірів 2,4-Д достатньо 1-2 год., то при застосуванні розчинів солей 2,4-Д цей процес відбувається протягом 12-24 год. Додавання до розчинів гербіцидів 2,4-Д та 2М-4Х поверхнево активних речовин (ОП-7, ОП-10 та ін.), мінеральних масел, азотних мінеральних добрив значно прискорює їх проникнення в рослини. Надходження гербіцидів у рослини посилюється також при підвищенні вологості й температури повітря та ґрунту, збільшенні концентрації робочого розчину. При внесенні в ґрунт препарати 2,4-Д та 2М-4Х досить швидко вбираються і акумулюються кореневою системою, однак надходження в надземні органи рослин по ксилемі з транспіраційним потоком відбувається досить повільно. Проникнувши в чутливі дводольні рослини (бур'яни), препарати хлорфеноксиоцтових кислот спричиняють у них різке порушення найважливіших фізіологічних і біохімічних процесів: дихання, фотосинтезу, азотного, вуглеводного та фосфорного обмінів, що й призводить їх до загибелі або сильного пригнічення.

У однодольних злакових рослин (пшениці, жита, ячменю вівса, проса, кукурудзи та ін.) під впливом 2,4-Д та 2М-4Х відбуваються лише незначні порушення фізіолого-біохімічних процесів, що швидко потім зникають.

Підвищена стійкість рослин, зокрема злаків, до препаратів феноксиоцтових кислот пов'язана із здатністю швидко інактивувати гербіциди і переборювати патологічні зміни, що виникли в організмі. Так, у злакових рослинах 2,4-Д швидко декарбоксилюється, а також переходить у фізіологічно неактивні сполуки з амінокислотами та білками, так звані кон'югати, тоді як у дводольних рослин (горох, дика редька) ці процеси відбуваються дуже повільно.

Хлорфеноксиоцтові кислоти – нестійкі сполуки. Вони порівняно швидко (2-3 тижні) декарбоксилюються, гідролізуються і повністю розкладаються в рослинному організмі до CO_2 . Однак, при порушенні доз і строків застосування (вихід у трубку і пізніші фази у злаків), залишки та білкові комплекси 2,4-Д та 2М-4Х можуть міститися у соломі, полові й навіть зерні злакових культур. Так, у зерні та соломі озимої пшениці при обробці 2,4-Д у фазі кушіння містилося відповідно 0,12 і 0,84 мг/кг гербіциду, а при обробці у фазі виходу в трубку кількість його в зерні зростає у 2, а в соломі – більш як у 20 разів.

Під час гідролітичних процесів у шлунках тварин або у ґрунті кон'югати розпадаються з вивільненням 2,4-Д або 2М-4Х. Тому застосування такої соломи небезпечно для тварин, а використання її у парниковому та тепличному господарстві може призвести до пригнічення і навіть загибелі чутливих до цих гербіцидів огірків, салату та інших культур.

Слід відзначити, що стійкість культурних злаків проти 2,4-Д та 2М-4Х може бути забезпечена лише при дотриманні оптимальних доз, строків і умов їх застосування. Порушення строків обробки та завищення доз призводить до різких порушень фізіолого-біохімічних процесів і у злакових культур, що негативно впливає на формування врожаю та його якості.

При потрапленні в ґрунт, препарати 2,4-Д і 2М-4Х зберігають токсичність протягом 4-6 тижнів. На важких за механічним складом ґрунтах з підвищеною кислотністю гербіциди розкладаються швидше, ніж на легких ґрунтах з меншими рН. Ці препарати переміщуються по профілю ґрунту з атмосферними опадами на глибину 20-30 см і більше. У рекомендованих дозах вони не пригнічують активність основних груп корисних мікроорганізмів ґрунту.

Гербіциди на основі хлорфеноксипропіонових кислот. До цієї групи належать препарати 2-метил-4-хлорфеноксипропіонової та 2,4-дихлорфенокси- α -пропіонової кислот. За селективністю та характером дії на рослини та поведінкою в ґрунті вони подібні до препаратів 2,4-Д та 2М-4Х, але гербіцидна активність їх вища. Тому вони можуть знищувати стійкі до 2,4-Д бур'яни: підмаренник чіпкий, зірочник середній, ромашку непахучу, кропиву, різні види щавлю тощо.

Гербіциди на основі хлорфеноксимасляних кислот. До цієї групи належать препарати 2,4-дихлорфенокси- γ -масляної (2,4-ДМ) та 2-метил-4-хлорфенокси- γ -масляної (2М-4ХМ) кислот. Ці сполуки самі фізіологічно не активні, але в тканинах дводольних рослин, які мають ферменти β -окислення, вони перетворюються в гербіциди 2,4-Д та 2М-4Х. Злакові культури, а також горох, боби, конюшина, люцерна, еспарцет, льон та інші не мають ферментів β -окислення, тому гербіциди цієї групи на них токсично не впливають. Це й покладено в основу застосування 2,4-ДМ та 2М-4ХМ у боротьбі з дводольними бур'янами на посівах вказаних культур. Стійкими проти феноксимасляних кислот виявилися, крім злакових бур'янів, дика редька, зірочник середній, ромашка непахуча, шпергель, кульбаба та інші. Дуже чутливі до дії цих препаратів люпин, вика, сочевиця.

Слід мати на увазі, що ферменти β -окислення знаходяться в кореневій системі всіх рослин, тому при внесенні хлорфеноксимасляних кислот у ґрунт вони можуть надходити в кореневу систему і пошкоджувати не тільки бур'яни, а й культурні рослини. Крім того, деякі ґрунтові мікроорганізми мають здатність швидко перетворювати 2,4-ДМ та 2М-4ХМ у гербіциди 2,4-Д та 2М-4Х. Тому обприскування посівів препаратами феноксимасляних кислот слід провадити при невеликих дозах витрат робочої рідини, щоб розчин гербіциду не стікав з рослин на поверхню ґрунту. Ці гербіциди руйнуються в рослинах протягом 40, а у ґрунті – 30 днів.

Похідні хлорбензойних кислот. До цієї групи належать, препарати 2,3,6-трихлорбензойної (2,3,6-ТБ, полідим), 2-метокси-3,6-дихлорбензойної (банвел-Д) кислот та ряд інших сполук. Вони надзвичайно токсичні для багатьох дводольних бур'янів, зокрема злісних коренепаросткових і деяких деревних порід. Злакові рослини більш стійкі проти них.

Препарати хлорбензойних кислот добре проникають у рослини як через надземні органи, так і через кореневу систему. Вони швидко переміщуються в рослинах по флоемі зверху вниз і по ксилемі знизу

вверх. У чутливих рослин переміщення і нагромадження гербіцидів в зонах інтенсивного росту відбувається швидше, ніж у стійких (кукурудза). Ці сполуки, потрапивши в рослину, порушують процеси дихання і обміну речовин. Вони мають властивість довгий час зберігати свою токсичність.

У ґрунті 2,3,6-ТБ можуть проявляти токсичність протягом 2-3 років. Особливо повільно руйнуються гербіциди у ґрунті в районах недостатнього зволоження. Препарат банвел-Д інактивується швидше (4-6 міс.), особливо в ґрунтах з високою біологічною активністю. На Україні застосовують полідим та банвел-Д.

Хлораліфатичні карбонові кислоти. На Україні з цієї групи широко застосовують препарати трихлороцтової (ТХАН) та дихлорпропіонової (далапон) кислот. Це типові протизлакові гербіциди, хоч у підвищених дозах вони можуть уражувати і деякі дводольні бур'яни: щиріцю, лободу білу, шпергель, зірочник середній, грицики та ін.

Серед культурних рослин порівняно стійкими проти хлораліфатичних кислот виявилися цукрові, столові та кормові буряки, морква, капуста, цибуля. Дані гербіциди швидко, разом з вологою, проникають у проростаюче насіння як стійких, так і чутливих рослин. Вони добре поглинаються кореневою системою і з транспіраційним током переносяться в стебла і листки, нагромаджуючись у точках росту. Препарати дихлорпропіонової кислоти можуть надходити в рослини і через листки і швидко переміщуватися в стебла та коріння. ТХАН також швидко проникає в листки рослин, але по флоемі не переміщується, бо згубно впливає на неї. Механізм токсичної дії хлораліфатичних кислот пов'язують з пригніченням синтезу пантотенової кислоти і порушенням енергообміну в рослинах.

Хлораліфатичні кислоти виявилися надзвичайно стійкими сполуками. Вони важко піддаються руйнуванню в тканинах і клітинах рослин і в незмінному вигляді мігрують із старих листочків у молоді, нагромаджуючись у плодах та насінні. Досить часто залишки цих гербіцидів знаходять у листках буряків, капусти, коренеплодах моркви у кількості 3-7 мг/кг.

У ґрунті токсичність хлораліфатичних кислот залежно від ґрунтово-кліматичних умов, доз внесення зберігається протягом 1,5-4 місяців, а при високих дозах – близько року. Це дуже добре розчинні препарати і легко вимиваються із ґрунту з атмосферними опадами в нижчі шари або зносяться в понижені місця рельєфу та водойми, забруднюючи їх. Токсичність гербіцидів втрачається в основному внаслідок вимивання, однак деяка частина розкладається також мікроорганізмами ґрунту.

В невеликих дозах хлораліфатичні гербіциди не пригнічують активності корисних мікроорганізмів і не погіршують агрохімічних властивостей ґрунту.

Симетричні триазини. В господарствах країни з препаратів цієї групи широко застосовували атразин, симазин, майазин, прометрин, семерон та ряд комбінованих гербіцидів, до складу яких входять симетричні триазини: агелон, протразин, ситрин, примекстра, рота-прим, ацетазин, ацетатрин.

Гербіциди цієї групи згубно діють на однорічні дводольні та деякі однодольні злакові бур'яни. Стійкими виявились кукурудза, картопля, зернобобові, морква, капуста, цибуля та інші культури. Триазинові гербіциди мають властивість швидко проникати в проростаюче насіння як стійких культурних рослин, так і чутливих бур'янів. Вони добре поглинаються кореневою системою і з транспіраційним током переносяться в стебла і листки, тому їх застосовують в основному як ґрунтові гербіциди. Чим більше вологи в ґрунті й інтенсивніша транспірація, тим краще триазини надходять у рослини.

Атразин, прометрин і семерон, що більш розчинні в ліпоїдах, можуть також проникати в рослини через листки, тому їх часто використовують для обробки вегетуючих бур'янів, але вони не можуть переміщуватися до коріння. Потрапивши в листки рослин, симетричні триазини швидко проникають у цитоплазму клітин і нагромаджуються в хлоропластах, різко пригнічуючи фотосинтез. Вони гальмують фотохімічні реакції (реакцію Хіла, фотофосфорилування), порушують утворення фосфоукрів та їх відновлення до вільних вуглеводів. Це й призводить чутливі рослини до загибелі. Вибірковість дії триазинів пов'язана з інтенсивністю вбирання, переміщення та інактивації цих сполук. Кукурудза та інші стійкі рослини менше поглинають гербіциди, а головне, вони мають речовини (бензоксазинон) та ферментні системи (трансфери), які швидко розкладають їх до нетоксичних сполук.

Значну роль у стійкості рослин проти симетричних триазинів відіграє кількість запасних речовин у них. Так, у рослин картоплі та цибулі під впливом прометрину в перший період росту повністю припиняється фотосинтез, але завдяки значним запасам поживних речовин у бульбах та цибулинах ці рослини не зазнають пригнічення. Через кілька днів їх коренева система виходить із токсичного шару ґрунту, фотосинтез відновлюється і рослини продовжують нормально розвиватися. Саме завдяки великій кількості запасних речовин у кореневищах багаторічних бур'янів і пояснюється мала ефективність симетричних триазинів у боротьбі з ними.

В рослинах та зерні кукурудзи, проса, гороху, люпину, бульбах картоплі, коренеплодах моркви, петрушки не виявлено залишків триазинових гербіцидів при застосуванні їх у рекомендованих дозах.

Сполуки симтріазину в ґрунті розкладаються як хімічним, так і біологічним шляхом. Внаслідок поганої розчинності у воді і швидкого поглинання колоїдами ґрунту ці гербіциди практично не вимиваються опадами і слабо переміщуються по профілю ґрунту. Цю особливість і використовують у боротьбі з бур'янами на посівах культур з глибоким загортанням насіння (соняшник, горох, люпин, картопля), а також у плодкових насадженнях. Симтріазинові гербіциди у рекомендованих дозах не впливають шкідливо на корисні мікроорганізми ґрунту і не погіршують його агрохімічних властивостей.

Похідні сечовини. До цієї групи належить *дихлоральсечовина*, *монурон*, *диурон*, *арезин*, *метурин*, *малоран*, *дозанекс* та ін. На Україні застосовували дихлоральсечовину, малоран, дозанекс. Ці гербіциди знищують однорічні дводольні та однодольні злакові бур'яни. Гербіциди проникають у рослини в основному через кореневу систему і по ксилемі з транспіраційним током переміщуються в надземні частини, концентруючись у листках та точках росту. Вони можуть проникати і через листки, але переміщуються тільки знизу вгору. У рослинах похідні сечовини подібно до симтріазинів різко пригнічують світлову фазу фотосинтезу, а також порушують ділення клітин у меристематичних тканинах. У рослинах похідні сечовини руйнуються шляхом деалкілірування з утворенням анілінів та комплексних сполук. Окремі види рослин мають неоднакову здатність діалкілізувати гербіциди. Різниця в швидкості інактивації похідних сечовини і визначає стійкість або чутливість рослин проти цих гербіцидів.

При внесенні в ґрунт похідні сечовини майже не вимиваються і слабо переміщуються по профілю ґрунту, тому їх застосовують для знищення бур'янів на посівах культур з глибоким загортанням насіння (зернобобові, картопля), а також у плодкових насадженнях. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов і доз внесення токсичність препаратів може зберігатися 2-6 місяців. Не відмічено негативного впливу їх на корисну мікрофлору та агрохімічні властивості ґрунту.

Похідні карбамінової та тіокарбамінової кислот. Серед похідних фенілкарбамінової кислоти широко застосовують препарати бетанал, хлор-ІФК, карбін. На основі тіокарбаматів випускають велику кількість гербіцидів – ептам, ерадікан (алірокс), тилам, роніт, ялан, триалат, сутан, сатурн та ін. Це в основному протизлакові гербіциди, але деякі з них можуть згубно впливати і на дводольні однорічні бур'яни.

Вони проникають у рослини через кореневу систему і по ксилемі переміщуються у стебла і листки, концентруючись у місцях інтенсивного росту. Виняток становлять лише бетанал та карбін, які мають властивість добре проникати у рослини через листки.

Потрапивши в рослини, карбамати різко порушують процеси ділення клітин подібно до мітотичних отрут, особливо в кореневій системі чутливих рослин. Значні зміни відбуваються в фізіолого-біохімічних процесах, порушується обмін нуклеїнових кислот. Бетанал, хлор-ІФК порушує процеси фотосинтезу у світловій фазі.

Вибірковість дії карбаматів на рослини зумовлюється різним характером їх детоксикації в чутливих і стійких видів. Потрапивши в тканини, похідні карбамінової кислоти швидко, протягом кількох днів і навіть годин, руйнуються як у стійких, так і чутливих рослинах. Проте, в стійких рослин продуктами їхнього розкладу є нетоксичні сполуки, а в чутливих – токсичні. В результаті гідролізу молекули тіокарбаматів утворюється меркаптан, CO_2 та диалкіламін.

Необхідно мати на увазі, що гербіциди з групи карбаматів проявляють вибірковість дії у вузькому діапазоні доз внесення і порушення їх у бік збільшення, може призвести до різкого пригнічення і загибелі культурних рослин. При дотриманні рекомендованих доз і умов застосування, ці препарати не знижують величину і якість урожаю, а швидке руйнування токсикантів у тканинах рослин забезпечує відсутність залишків гербіцидів у продукції.

Препарати фенілкарбамінової та тіокарбамінової кислот мають властивість швидко руйнуватися у ґрунті, втрачаючи токсичність протягом 1,5-3 місяців. Вони не впливають негативно на корисну мікрофлору та агрохімічні властивості ґрунту.

Динітроаніліни. З цієї групи на Україні застосовують трефлан, стомп і вітчизняні препарати нітран і пенітран. Препарати на основі динітроаніліну швидко проникають у проростаюче насіння і кореневу систему рослин. Вони майже, не переміщуються в надземну частину – стебла та листки і нагромаджуються в корінні та коренеплодах рослин, найбільш згубно діючи на проростки злаків у зонах інтенсивного росту корінців. Механізм фітотоксичності динітроанілінів пов'язаний з пригніченням утворення мікротрубочок і порушенням функцій цитоскелету. Токсиканти також порушують обмін речовин у клітинах рослин, пригнічуючи синтез нуклеїнових кислот і білків. Стійкість проростків насіння до дії гербіцидів може пояснюватися швидкістю їх детоксикації та кількістю тубуліну, з якого будуються мікротрубочки. Зберігають

гербіцидну активність при нестачі вологи в ґрунті. Динітроаніліни – леткі сполуки і швидко руйнуються на сонячному світлі, тому потрібно якомога швидше загортати їх у ґрунт, де вони поглинаються колоїдами та органічною речовиною і майже не переміщуються по профілю. Потрапивши в ґрунт, вони під впливом мікроорганізмів і хімічних реакцій зазнають відновлення нітрогруп та деалкілювання з утворенням продуктів розпаду, – так званих метаболітів. Встановлено 11 метаболітів трефлану які втратили частково фітотоксичність, але деякі з них виявились у кілька разів токсичнішими для людей і тварин, ніж сам гербіцид. Динітроаніліни, зокрема трефлан, нітран, у підвищених дозах можуть зберігати токсичність у ґрунті 6 місяців і більше і пригнічувати наступні культури (овес, ячмінь), а деякі метаболіти динітроанілінів зберігаються до трьох років.

Комбіновані гербіциди. Дія більшості розглянутих вище гербіцидів на бур'яни досить специфічна, що часто є причиною їх недостатньої ефективності. Крім того, тривале застосування одних і тих самих препаратів зумовлює збільшення стійких видів бур'янів на полях. Тому останнім часом, особливо в інтенсивних технологіях, велика увага приділяється комплексному (комбінованому) застосуванню кількох препаратів. Це не тільки розширює спектр токсичної дії гербіцидів, але й часто підвищує їх токсичність для бур'янів, що дає змогу помітно зменшити дози токсикантів.

Комплексне застосування гербіцидів на посівах сільськогосподарських культур здійснюється як використанням сумішей гербіцидів, які

готують перед обробкою посівів або роздільним послідовним внесенням компонентів комплексу, так і шляхом застосування спеціальних комбінованих препаратів, що випускаються промисловістю.



Рис. 15. Опрыскувач Hardi (в робочому стані).

Для обприскування посівів і ґрунту використовують тракторні обприскувачі: "Hardi" (рис. 15), Nitro N2XP, Nitro 4215, Nitro 4240, AS 710, AS 1010, Elios BDL 1700-2700, Fox BDL2700-3200, IRIS 2200, ПОУ, ОН-400, ОП-1600-2, ОВТ-1А, ОПШ-15 та інші, обов'язково обладнані польовими штангами та мішалками в баках. Перед проведенням обробок всю апаратуру треба ретельно відрегулювати на задану дозу витрати гербіциду.

При проведенні робіт з гербіцидами необхідно дотримуватися вимог з техніки безпеки при зберіганні, транспортуванні та застосуванні пестицидів у сільському господарстві.

На разі на Україні щорічно обробляють гербіцидами близько 10 млн. га посівів зернових колосових, кукурудзи, цукрових буряків, соняшника, овочевих та інших культур. Дослідження показують, що в посівах кукурудзи майже 30 видів бур'янів, раніше чутливих до гербіцидів, набули до них стійкості. Виживають вони навіть після посиленого обробітку посівів кукурудзи гербіцидами, спричиняючи значні втрати врожаю. Також зараз налічується понад 400 видів комах і 7 видів гризунів, включаючи щурів, нечутливих до пестицидів.

Розширення масштабів застосування хімічних засобів захисту рослин виявило ряд серйозних негативних наслідків: забруднення токсикантами ґрунту, нагромадження залишків препаратів та їх метаболітів у рослинницькій продукції; мутагенна дія на рослини, виникнення стійких форм бур'янів, забруднення підґрунтових вод і водойм тощо. Забруднення навколишнього середовища пестицидами, у тому числі й гербіцидами, є однією з найбільш серйозних проблем. Особливо велику тривогу вчених і широкої громадськості викликає вплив засобів хімізації на забруднення токсикантами продукції сільського господарства. У зв'язку з цим, у багатьох наукових установах нашої країни і за рубежом, протягом багатьох років, проводять ґрунтовні дослідження з вивчення впливу гербіцидів на ґрунт, культурні рослини і бур'яни, виявлення змін у біохімічному складі рослинницької продукції та наявності залишків токсикантів і їх метаболітів. Численні експериментальні дані наукових установ переконливо свідчать, що гербіциди в цілому не погіршують біохімічних показників якості врожаю сільськогосподарських культур, при ретельному дотриманні регламентів застосування.

При плануванні хімічних обробок, необхідно виходити з характеру засміченості посівів та економічних порогів шкідливості. Важливим заходом у зменшенні забруднення продукції залишками гербіцидів є правильний вибір асортименту гербіцидів. Слід поступово відмовлятися

від морально застарілих препаратів (дихлоральсечовина, трихлорацетат натрію, далапон, нітрафен, дактал та ін.), які дуже забруднюють ґрунт, урожай сільськогосподарських культур і навколишнє середовище. На зміну їм прийшли нові високоефективні гербіциди: фюзилад, зелек, тарга, глін, гранстар та інші, які вносять у 10 і навіть в 100 разів менших дозах. Їх застосовують в основному по вегетуючих рослинах, тому вони в меншій мірі забруднюють ґрунт.

Певну роль у забрудненні врожаю залишками ряду гербіцидів мають умови живлення рослин. Збалансоване забезпечення елементами живлення сприяє проходженню більш інтенсивної детоксикації і розкладу молекул гербіцидів у тканинах культурних рослин. Потрапляння гербіцидів в урожай можна дещо зменшити, застосовуючи їх у вигляді сумішей або комбінованих препаратів. Правильний підбір компонентів сумішей гербіцидів, у яких підсилюється згубна дія на бур'яни, дає змогу помітно зменшити внесення токсикантів, скоротити шкідливу післядію, усунути загрозу забруднення продукції.

Витрату гербіцидів, а значить, і зниження їх потрапляння в ґрунт і продукцію можна зменшити щонайменше в 2 рази, обробляючи посіви кукурудзи, соняшника та інших культур лише вздовж рядків стрічками шириною 30-35 см. Велике значення в одержанні чистої продукції рослинництва має забезпечення господарств апаратурою для внесення хімічних засобів (зокрема бортовими комп'ютерами, датчиками GPRS тощо). Тільки рівномірне внесення правильно встановленої дози гербіциду в добре розроблений ґрунт або по вегетуючих рослинах у відповідні фази їх росту, забезпечує ефективне знищення бур'янів і зводить до мінімуму можливість нагромадження залишків токсикантів в урожаї.

У сучасних умовах ведення сільського господарства, коли посилюються тенденції до переведення його на ресурсощадну технологію, дуже важливе застосування хімічних засобів у поєднанні з агротехнічними і біологічними методами боротьби з бур'янами. Ретельне застосування агротехнічних заходів і є гарантом знищення переважної більшості бур'янів і одержання чистої від токсикантів продукції. В основу їх покладено використання біологічних особливостей окремих видів і груп бур'янів. Сільськогосподарські культури і прийоми їх вирощування по-різному впливають на бур'яни, тому тільки при чергуванні культур у правильній сівозміні можлива ефективна боротьба із специфічними та іншими видами бур'янів. Суворе дотримання чергування

культур у сівозміні є основою успішності боротьби з бур'янами. Проте, найбільш ефективно знищення їх, можливе при проведенні в сівозміні диференційованих агротехнічних заходів з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей сільськогосподарських культур і бур'янів. До них, у першу чергу належить правильний обробіток ґрунту і старанний догляд за посівами.

Парові та просапні поля сівозмін повинні стати головним місцем масового знищення бур'янів за допомогою системи своєчасного поверхневого і міжрядного обробітків ґрунту. На зайнятих парах, призначених під озимі, бур'яни знищують напівпаровим обробітком ґрунту. Цю ж технологію слід застосовувати на всіх забур'янених полях, що йдуть під просапні культури.

Поля, засмічені осотом рожевим, осотом польовим та іншими коренепаростковими бур'янами, негайно після збирання попередника лущать на глибину 6-8 см; через 8-10 днів – повторно лемішними лущильниками або плоскорізами на глибину 10-12 см в агрегаті з кільчато-шпоровими котками і боронами; третє лущення проводять тими самими знаряддями на глибину 14-16 см при з'явленні проростків бур'янів. Якщо після проведення цих агроприйомів з'являться розетки осотів, необхідно провести обприскування аміною сіллю 2,4-Д або бутиловим ефіром 2,4-Д у дозах 2-3 кг/га, а через 10-15 днів після обробки – глибоку оранку плугами з передплужниками або безполицевий обробіток.

Проти пирію повзучого та інших кореневищних бур'янів, слідом за збиранням культури, проводять лущення дисковими знаряддями на глибину залягання кореневищ (12-15 см) у двох взаємно перпендикулярних напрямках і глибоку оранку плугами з передплужниками при з'явленні на кореневищах пирію проростків. При цьому створюються умови для напівпарового обробітку ґрунту, ефективного також проти однорічних бур'янів. На дуже запирієних полях, що йдуть під буряки, льон, картоплю, овочеві культури, вносять відповідні гербіциди.

Проти однорічних бур'янів у системі напівпарового обробітку зябу проводять лущення дисковими знаряддями, слідом за збиранням врожаю, оранку через 12-15 днів плугами з передплужниками в агрегаті з боронами, а в посушливий період – з кільчасто-шпоровими або кільчасто-зубчастими котками. У міру появи сходів бур'янів проводять поверхневий обробіток зябу, який закінчується глибоким розпушенням у передзимовий період.

Для успішної боротьби з бур'янами слід виконувати й інші **необхідні заходи**: забезпечити закриття всіх шляхів поширення насіння бур'янів під час збирання врожаю, зокрема потрапляння їх у соломку, розсівання по полю, не допускати застосування неперепрілого гною і компостів; проводити сівбу в оптимальні строки і умови, з метою одержання дружних сходів культури; знищувати на необроблюваних землях (узбіччях доріг, каналів) та ін. Обов'язкове і своєчасне виконання всіх агротехнічних заходів та доповнення їх новими хімічними засобами, дасть можливість ефективно боротися з бур'янами і забезпечити значне зниження потенційної засміченості на полях і зменшення забруднення ґрунту та продукції рослинництва залишками гербіцидів. Цьому сприятиме також розробка інтегрованих систем боротьби з бур'янами стосовно окремих регіонів країни.

6.3.2. Захист рослин від шкідників і хвороб та шляхи зниження пестицидного забруднення навколишнього середовища

Захист рослин від шкідників і хвороб – один з технологічних напрямів сільськогосподарського виробництва, що має справу з рослинами і різноманітними живими організмами, і у своїх елементах та методах тісно пов'язаний з навколишнім середовищем. Зменшити небезпечні наслідки застосування хімічного методу захисту рослин можна раціональним поєднанням його з іншими методами. Сучасний підхід передбачає насамперед керування чисельністю популяцій шкідливих організмів, а не їх знищення.

Системи захисту рослин, що включають використання в боротьбі з шкідниками і хворобами сучасних вискоєфективних хімічних препаратів, дали змогу скоротити втрати картоплі від колорадського жука і фітофторозу, цукрових буряків від довгоносика, коренеїда, церкоспорозу тощо. Завдяки використанню сучасних пестицидів, стало можливим подолати епіфітотії і епізоотії, які трапляються при виключно сприятливому збігу умов для розвитку збудника хвороби чи шкідника.

У той же час, інтенсифікація виробництва з високим рівнем використання хімічних засобів, що так відчутно вплинула на продуктивність, виявилася не тільки благом. Вона викликала глибокі зміни в агробіоценозах, порушила рівновагу у співвідношенні шкідливих і корисних видів комах, в окремих випадках створила сприятливі умови для розвитку спеціалізованих видів фітофагів. Підвищення кормової цінності рослин, при збільшенні доз азотних добрив під зернові

культури, стало передумовою для масового розмноження злакових попелиць, трипсів і цикад. Високі незбалансовані дози добрив, зокрема азоту, є однією з причин зростання ураженості пшениці кореневими гнилями і борошнистою росою, кукурудзи – кореневими і стебловими гнилями, соняшнику – білою і сірою гнилями.

Сучасні пестициди – це складні синтетичні сполуки, токсичні не тільки для об'єктів застосування, а і для людини, фауни і навіть рослини. При попаданні в організм, крім прямої токсичної дії, вони можуть викликати побічні хвороботворні явища і непередбачену післядію. Переміщення пестицидів і їх сполук в атмосфері, воді, з продуктами харчування призводить до забруднення навколишнього середовища.

Інтегрований захист рослин – це комплексне застосування методів для довгострокового регулювання розвитку й поширення шкідливих організмів до невідчутного господарського рівня на основі прогнозу економічного порогу шкодочинності, дії корисних організмів, енергозберігаючих і природоохоронних технологій, які забезпечать надійний захист рослин та екологічну рівновагу довкілля. Про потенційні можливості різних методів – складових інтегрованого захисту і перспективу екологізації хімічного методу свідчить великий експериментальний матеріал, який напрацьовано в багатьох дослідних установах.

Агротехнічний метод є найбільш дієвим фактором регулювання чисельності шкідливих видів в агроценозах, тому що він включає багато способів впливу на рослину та корисних і шкідливих комах і збудників хвороб. Більшість агротехнічних заходів спрямовані на створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин, що в певній мірі сприяє підвищенню стійкості їх проти шкідників і хвороб. Існують заходи, які мають безпосередню згубну дію на шкідливі організми, або на певні стадії їх розвитку.

Більшість шкідників і збудників хвороб, що паразитують на тій чи іншій культурі, тут і зимують – у ґрунті чи на рослинних рештках. Весною, повертаючись до активної життєдіяльності, вони здатні знову уражувати рослини, які будуть висіяні на цьому полі. Так, при повторному вирощуванні озимої пшениці, створюються виключно сприятливі умови для розвитку хлібної жужелиці, яка відкладає яйця на стерні злаків, а для розвитку личинок потрібна та сама злакова культура. Чисельність шкідника в цьому випадку може досягати 130 особин на 1 м². Якщо ж озима пшениця посіяна після соняшнику, кукурудзи або гороху, чисельність шкідника в 5-8 разів менша. На посівах озимої пшениці по чорному пару хлібна жужелиця була виявлена тільки на 8% обстежених площ при чисельності 0,2 особин на 1 м².

Упорядкування структури посівних площ, освоєння сівозмін різко обмежили розмноження хлібної жужелиці в Степу і дали змогу зменшити в останні роки обсяги застосування пестицидів.

Сівозміна, в якій виключена повторна культура озимих і розміщення їх після ячменю і вівса, служить надійним, економічно ефективним і екологічно безпечним способом боротьби з хлібною жужелицею.

Встановлена доцільність у Степу заміни ячменем другої пшениці в ланці сівозміни: пар – озимі – озимі. При розміщенні озимого ячменю після пшениці, чисельність і шкідливість хлібної жужелиці, клопа шкідливої черепашки, стеблових пильщиків, рослиноїдних трипсів, злакових попелиць і хлібних жуків знижується в 4-10 разів порівняно з повторною озимою пшеницею. Завдяки цьому ймовірність застосування інсектицидів на ячмені різко знижується, а урожай зростає на 5-18 ц/га.

Впорядкування розміщення озимої пшениці в сівозміні й виключення повторних її посівів після пшениці і ячменю, дає змогу припинити наростання ураженості кореневими гнилями, борошнистою росою, пошкодження злаковими мухами. Розміщення сортів люпину, нестійких проти фузаріозного в'янення, у сівозміні, де вони повертаються на попереднє місце через 5-6 років, виявилася найбільш ефективним заходом у боротьбі з цією небезпечною хворобою.

Сівозміна не тільки дає можливість віддалити культури в часі, забезпечити кращим попередником, що не має спільних шкідників і хвороб. Вона дає змогу забезпечити і просторову ізоляцію посівів. Віддалення полів цього річної озимини від полів, де вона була в минулому році, дає змогу запобігти розповсюдженню падалиці на нові посіви іржі, злакових мух, цикад та інших шкідників.

З точки зору захисту рослин, багатопільні (8-9 полів) культурні сівозміни мають перевагу над короткими, більш спеціалізованими, бо в них можна повніше використати фітосанітарні можливості плодозміни, витримати період повернення культур і просторову ізоляцію. У той час, коли майже не було хімічних засобів захисту рослин, фітосанітарний стан посівів у значній мірі забезпечували такі сівозміни.

У боротьбі з шкідниками і хворобами зернових культур ефективна система обробітку ґрунту в чорному і зайнятому парах, яка включає лущення стерні й глибоку зяблеву оранку. Раннє, слідом за збиранням, лущення стерні в степових районах знижує чисельність хлібної жужелиці на 21,7%, жука-кузьки – на 53,2, гессенської мухи – на 88, шкідливої черепашки – на 60%. Раннє лущення стерні й зяблева оранка

відчутно пригнічують розмноження злакових мух, а також пшеничного трипса і стеблового хлібного пильщика, знижуючи їх чисельність на 70-90%. При цьому гине значна частина личинок хлібної жужелиці, пластинчатовусих жуків, просяного комарика, зменшується інфекційний запас збудників борошнистої роси, іржі, плямистостей листків.

Культивації чорного пару: перша у весняно-літній період на глибину 12-14 см, друга – на максимально допустиму глибину для наступної культури, а також розпушення міжрядь просапних культур у період масового залялькування хлібних жуків, зменшує їх чисельність на 70-80%. Культивація пару в цей час сприяє зниженню чисельності озимої совки, бо при цьому знищуються бур'яни, тому що метелики совки відкладають яйця переважно на сухі рослинні рештки і бур'яни. Дуже доцільним є, в період масового відкладання яєць озимою совкою і хлібними жуками, проведення культивації пару і розпушення міжрядь усіх просапних культур (липень – серпень).

Загортання рослинних решток слідом за збиранням урожаю зернових культур – високоефективний спосіб боротьби з хворобами. Відомо, що уредоспори бурої листової іржі на післяжнивних рештках озимої пшениці в Лісостепу зберігають життєздатність від 20 до 45 днів, у Степу через високі температури – дещо менший термін, тому безпосередньо на сході нового посіву гриб з рослинних решток не переходить. До появи сходів, розвиток гриба і нагромадження інфекції відбуваються на падалиці. Дворазове луцення і оранка своєчасно знищують самосів і таким чином ліквідують резервацію бурої листової іржі, а разом з цим борошнистої роси і кореневих гнилей. Загорнуті в ґрунт рослинні рештки, під впливом мікрофлори, швидко розкладаються, а збудники хвороб гинуть.

За допомогою способів передпосівного обробітку ґрунту, що рекомендовано для кожної ґрунтово-кліматичної зони, створюють добре вирівняний, забезпечений вологою, чистий від бур'янів верхній шар ґрунту. Під час сівби насіння загортають на потрібну глибину, воно дружно сходить, молоді рослини починають швидко рости, що забезпечує високу стійкість проти пошкоджень шкідниками і ураження хворобами.

Велике значення має обробіток ґрунту як засіб боротьби з бур'янами, що часто є резерваторами для шкідників і збудників хвороб.

Органічні та мінеральні добрива, що застосовують у сівозміні відповідно до рекомендацій науково обґрунтованої системи землеробства і інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських

культур, створюють сприятливі умови для їх росту, а в ряді випадків позитивно впливають на підвищення стійкості рослин проти шкідників і хвороб. Дружні сходи, енергійний ріст, велика листкова поверхня у багатьох культур роблять менш відчутними пошкодження дротяниками, блішками, довгоносиками, листогризучими гусеницями.

Фосфорні та калійні добрива прискорюють огрубіння колосоносних стебел і досягання зерна, а це підвищує стійкість пшениці проти зеленоочки. На удобрених посівах підвищується енергія і темпи куціння озимої пшениці, внаслідок чого в кінці осінньої вегетації зменшується кількість стебел, пошкоджених гессенською мухою. Фосфорні й калійні добрива, а також мікроелементи, підвищують стійкість льону, люпину та інших культур проти фузаріозного в'янення, бактеріозів.

У той же час, незбалансоване застосування азоту з іншими елементами живлення, призводило до збільшення чисельності злакових трипсів і попелиць у посівах ячменю і озимого жита. Причому, роздрібнене внесення азоту в різні фази розвитку рослин, призводило до збільшення чисельності злакових попелиць і трипсів, порівняно з внесенням такої самої дози за один раз: популяція злакової попелиці збільшувалася на 16-28%, на посівах ячменю – в 1,5-2 рази.

При значному підвищенні доз азотних добрив під озиму пшеницю, особливо при пізньому внесенні, зростає ураженість листків борошнистою росою та іржею. Сильніше уражуються загущені й полегли посіви. Щоб запобігти ураженню посівів, інтенсивною технологією передбачено застосування сучасних системних фунгіцидів і регуляторів росту.

Сівба в оптимальний для конкретної зони строк забезпечує, при дотриманні інших вимог технології, дружні й рівномірні сходи, які менше пошкоджуються. Швидкий ріст рослин дає їм можливість у короткий строк пройти критичний період, в який відбувається заселення їх шкідниками, що запобігає зрідженню посівів. Ярі зернові культури, посіяні в оптимальні строки, менше пошкоджуються шведською мухою, у Степу – злаковою попелицею і пильщиком; ранні посіви проса – комариком; цукрові буряки – буряковою блохою, довгоносиком; горох – гороховою попелицею, бульбочковими довгоносиками; люпин – ростковою мухою. При ранніх строках садіння, скоростиглі сорти картоплі встигають закінчити вегетацію до масового розвитку фітофтору.

Важливо правильно визначити **строк сівби** озимих зернових культур, особливо пшениці. Щоб запобігти масовому пошкодженню сходів злаковими мухами і переростанню рослин, у північному Лісостепу потрібно сіяти її з 10 по 25 вересня. На півдні країни в умовах

зрошення, при сівбі пшениці після 20-25 вересня пошкодження гессенською мухою не мала небезпеки, а в кінці оптимально допустимого строку (1-10 жовтня) пшениця практично не пошкоджувалася цим шкідником. У Степу пошкодження озимої пшениці злаковими мухами при сівбі в оптимальні строки становило 3,6-7%, тоді як на ранніх строках досягало 30,8-42,6%, у роки масового розвитку цикад відповідно 11,6 і 86,7%. Озимі, висіяні в оптимальні строки, менше уражуються восени іржею, борошнистою росою, кореневими гнилями. При сівбі озимих в оптимальні строки можна уникнути застосування пестицидів восени.

Своєчасним проведенням агротехнічних заходів у період догляду за посівами, також можна обмежити розвиток багатьох шкідників і хвороб. Так, розроблено спосіб боротьби з колорадським жуком, шляхом присипання сходів ґрунтом. При цьому гине значна кількість яєць і личинок. Здавна відомий спосіб підсипання картоплі в рядках, що сприяє росту кореневої системи і запобігає масовому зараженню бульб фітофторозом.

Існує багато інших агротехнічних заходів, які застосовують у певних конкретних умовах для боротьби з шкідниками і хворобами. Так, на півдні України в умовах зрошення для знищення дротяників, що складають загрозу для посівів кукурудзи, проводять розпушення посівів багаторічних трав (у майбутньому – через 2-3 роки попередника кукурудзи), особливо після першого укусу люцерни на зелений корм. У цей час, якраз відбувається міграція і яйцекладка основних видів коваликів. Таким чином, заздалегідь (за 2-3 роки) знижується чисельність личинок у посівах кукурудзи більш як втриє. Для зниження пошкодженості кукурудзи кукурудзяним метеликом, застосовують посіви її смугами із соєю. При пошкодженні кукурудзи на суцільному посіві – 41%, у смугах з 8 рядків кукурудзи і 8 рядків сої пошкодженість становила 34,2 і 6 рядків тієї та іншої культури – 22,7%.

Одержано дані, що вирощування смугами культур, які належать до різних ботанічних родин, впливає позитивно на життя корисних комах, створює екологічну стабільність в агроценозі. Цей захід може знайти застосування в ґрунтозахисному землеробстві. В смугах озимої пшениці личинок клопа-черепашки було 0,5, у польовій сівоzmіні – 2,4, а пошкодження яєць черепашки паразитами в смугових посівах, навпаки, була більш високою – 42,8%, при 12,4% в польовій сівоzmіні. Злакових попелиць на 100 рослин у польовій сівоzmіні нараховувалося 2830, ґрунтозахисній – 640 особин, а афідофагів – 3,2 і 8, пошкодженість ними досягала відповідно 31 і 76,9%.

Важливою ланкою в системі агротехнічних заходів, що мають захисну спрямованість, є своєчасне збирання врожаю і очистка полів від післязбиральних решток. У багатьох видів комах життєвий цикл включає живлення і розвиток за рахунок генеративних органів рослин: бутонів, квіток і насіння. Раннє збирання врожаю порушує і ускладнює завершення циклу розвитку багатьох видів. При ранніх стислих строках збирання врожаю зернових колосових культур, зменшується шкода від хлібної жужелиці, хлібних жуків і хлібного трипса.

При скороченні періоду збиральних робіт на озимій пшениці на 2-3 тижні пошкодженість зерна шкідливою черепашкою зменшується в 2-3 рази, знижуються втрати, особливо у вологі роки, від фузаріозу, масляної плісняви, ферментативно-мікозного стікання зерна.

При збиранні кукурудзи на силос можна майже повністю (на 95-97%) знищити стеблового метелика. Раннє збирання кукурудзи на зерно також зменшує пошкодженість стебел і знижує втрати врожаю, при цьому в пеньках залишається лише невелика кількість гусениць. Основна маса їх видаляється разом з стеблами. Більш ефективно в цьому відношенні збирання кукурудзи на зерно на низькому зрізі. Подрібнення рослинних решток, що залишилися на полі, дає змогу знищити 92% гусениць кукурудзяного метелика, які є у пеньках. Запізнення із збиранням кукурудзи більш як на 30-35 днів, навіть при слабкому пошкодженні кукурудзяним метеликом або ураженості кореневими і стебловими гнилями, призводить до втрати врожаю на 18-24%.

На багатьох несвоєчасно зібраних культурах, що потрапляють під осінні дощі, відбувається інтенсивне зараження насіння фітопатогенними грибами і бактеріями, від чого воно різко втрачає схожість.

Важливим фактором, що впливає на розмноження шкідників і збудників хвороб, формування фітосанітарної обстановки в агроценозах, є усунення втрат урожаю при збиранні. Як відзначалося раніше, восени і навесні падалиця в полях озимини, що залишається довгий час не заораною, є резервацією злакових мух, борошнистої роси, іржі, кормом для мишовидних гризунів.

Найбільш ефективною і екологічно безпечною ланкою інтегрованої системи захисту рослин тепер і тим більше на перспективу стає вирощування сортів, стійких проти хвороб і шкідників. Тільки за допомогою їх можна запобігти розвитку епіфітотій, при тому рівні концентрації посівів озимої пшениці та інших культур, якого досягла Україна.

У селекційній практиці, замість принципу одержання максимальної однорідності, вирівняності та стійкості сортів, застосовують принцип найбільшої гетерогенності, при максимально можливому збереженні якості сорту. Вважається, що впровадження у виробництво багатолінійних сортів, у яких можна композиційно змінювати набір ліній, з урахуванням складу генів у популяції патогена в певному регіоні, може стати неподоланною перешкодою для розвитку епіфітотій багатьох хвороб.

У боротьбі з хворобами виняткове значення має вирощування в господарстві 2-3 стійких сортів, генетично неоднорідних, тому в подальшому сорти будуть впроваджуватися з урахуванням наявності в них генів стійкості.

Завдяки поліпшенню матеріально-технічної бази селекційних робіт, новим досягненням у розробці методів селекції і біотехнології, одержанню донорів стійкості, широкому застосуванню інфекційних фонів, у багатьох селекційних установах створено багатий генофонд стійкості проти хвороб і шкідників. Використання його в селекції дасть змогу створити нові сорти з комплексною стійкістю.

Підвищення вимог до сортів з боку Державної комісії по сортовипробуванню, перевірка нових сортів на стійкість проти хвороб на інфекційних фонах у процесі сортовипробування, відкриває дорогу у виробництво сортів, що мають досліджувані цінні якості. Розширення площ під стійкими сортами найскоріше призведе до скорочення об'ємів хімічних обробок посівів.

Біологічний метод боротьби з шкідниками і хворобами включає використання живих істот або продуктів їх життєдіяльності для зменшення збитків від шкідливих організмів. У системах інтегрованого захисту рослин біологічному методу приділяється велика увага, через його високу ефективність у боротьбі з окремими шкідливими видами, малу вартість і повну безпечність для навколишнього середовища. Проте, цей метод ще недостатньо опрацьований. Частка застосування біозасобів у загальному обсязі боротьби з шкідниками і хворобами в середньому становить лише біля 20%.

Біологічна боротьба з шкідниками включає: охорону і збільшення чисельності природних популяцій хижаків і паразитів; спеціальні способи практичного застосування ентомофагів для боротьби з шкідниками; використання патогенних мікроорганізмів.

Найважливішим напрямком біологічного методу є використання природних популяцій ентомофагів. Відомо, що при заощаджувальному

відношенні до ентомофагів і сприянню їх розмноженню, можна забезпечити зниження чисельності шкідливих комах до господарсько-безпечного рівня.

Діяльність природних популяцій хижих і паразитичних видів часто буває недостатньою для зниження чисельності шкідників до економічно невідчутного рівня. Забезпечити біоценотичну рівновагу в агроєко-системі та не допустити пошкодження рослин тим чи іншим шкідником, у ряді випадків допомагає штучне розведення і розселення ентомофагів. На цьому напрямку досягнуто певних успіхів, завдяки сезонній колонізації паразитів яєць роду трихограма проти багатьох шкідливих метеликів на плодових, овочевих та інших культурах. При дотриманні технології використання трихограми, проти лускокрилих на посівах зернових культур одержують стійкий ефект (60-95%). Проти озимої совки на чорних і зайнятих парах, де намічено сівбу озимих, застосовують буру трихограму (20-30 тис. яйцеїдів на 1 га). Зараженість яєць досягає 60-85%. На Україні трихограму використовують для захисту 10 культур на площі 8 млн. га. Серед інших ентомофагів практичне значення мають бракон, золотоочка, фітоміза.

Перспективним напрямом біологічного методу боротьби є використання мікробіологічних і вірусних препаратів (бітоксубацилін, дендробацилін, лепідоцид, дипел, бактоспеїн, боверин, вірин, ГЯП, вірин ЕКС та інші), які не шкідливі для людини, навколишнього середовища, не нагромаджуються в зібраному врожаї.

Біологічні препарати рекомендуються для обробки насіння проти хвороб. Наприклад, для захисту пшениці та ячменю від фузаріозної і гельмінтоспоріозної гнилей, пропонують передпосівне обпудрювання насіння одним із препаратів: трихотецин, 1%-й дуст (2 кг/т), фітобактеріоміцин, 5%-й дуст (3 кг/т) або фітолавін – 100, сухий порошок (3 кг/т) замість фунгіцидів.

Надалі використанню біологічних засобів у боротьбі проти шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур, буде сприяти виявлення високоефективних корисних організмів, розробка зручних препаративних форм і технологій їх застосування.

До систем інтегрованого захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб включається застосування хімічних засобів, які мають узагальнену назву пестицидів. У зв'язку з тим, що за допомогою розглянутих вище агротехнічного і біологічного методів не завжди вдається зменшити чисельність шкідників чи ослабити розвиток хвороб до рівня безпечного для тієї чи іншої культури, застосування пестицидів передбачається й надалі.

Завдяки застосуванню сучасних досконалих препаратів, технологій і екологічного контролю, хімічний захист здобув право на існування. Виходячи з інтересів підвищення безпеки застосування хімічних засобів для людини і навколишнього середовища, високі вимоги пред'являються насамперед до пестицидів. Вони повинні забезпечити біологічну ефективність при мінімальних дозах витрати, мати низький рівень токсичності для людини і навколишнього середовища, включаючи відсутність шкідливого впливу на ґрунт, рослини і корисні організми, мати низьку персистентність у природних умовах. Виходячи з цього, і формувався асортимент пестицидів для використання в сільському господарстві. Потенційна небезпека забруднення навколишнього середовища при обробці сільськогосподарських угідь визначається еко-токсикологічним оцінювальним балом (ЕОБ) – інтегральним показником, який враховує такі властивості пестициду: клас отруйності, стійкість у природних середовищах (ґрунті, воді, рослинах), вплив на ґрунтові ферментативні процеси, ґрунтову фауну та мікроорганізми, здатність надходити з ґрунту в рослини, допустимі залишкові кількості в продуктах урожаю, вплив на поживність і смакові якості продуктів. Залежно від рівня небезпеки можливого забруднення природних ландшафтів і рослинної продукції, пестициди поділено на три групи: препарати, оцінювальний бал яких менше 13, відносять до малонебезпечних; від 13 до 21 – середньонебезпечних, понад 21 – до дуже небезпечних.

З часом якісний склад пестицидів змінюється. Скоротилася кількість хлорорганічних і зросла кількість фосфорорганічних препаратів, а також препаратів нових груп, зокрема синтетичних перетроїдів. Збільшився і дещо поліпшився асортимент фунгіцидів для обробки рослин і знезараження насіння.

Проте, більш глибокий аналіз показує, що вітчизняна хімічна промисловість виявилася неспроможною налагодити випуск багатьох нових препаратів, необхідних для захисту рослин. Асортимент пестицидів, що виробляються в країні, не відповідає світовим зразкам. Частка морально застарілих, недостатньо ефективних, небезпечних з санітарно-гігієнічної точки зору, технологічно важких для застосування препаратів становить понад 50%.

Потребу в інсектицидах вітчизняна промисловість задовольняє лише на 45-50%. Серйозним недоліком, як і раніше, є нестача апаратури і техніки для внесення пестицидів. Не освоєно виробництво

гранульованих і мікрогранульованих препаратів, а також препаратів для малооб'ємного і ультрамалооб'ємного обприскування. Не вистачає сучасних широкозахватних обприскувачів і запасних частин до них, агрегатів для приготування робочих розчинів. Пестициди застосовують в основному способом поверхневої обробки посівів. Втрати препаратів за рахунок зносу досягають 30-90 %, а та частина, що залишається на рослинах і ґрунті, в десятки і сотні разів більша порівняно з тією, яка потрібна була б при точних способах внесення.

При суцільних хімічних обробках полів пестицидами з широким спектром дії, в масі гинуть також багатоїдні членистоногі й павукоподібні. Найбільш негативно впливають на весняну фауну корисних хижих комах дво- і трикомпонентні бакові суміші (інсектицид + фунгіцид, інсектицид + фунгіцид + гербіцид).

Немає потреби далі наводити факти про стан хімічного методу, щоб дійти висновку, що винен у створенні екологічного напруження не сам метод, а комплекс невирішених проблем, що пов'язані з його використанням.

Недостатня ефективність і небезпечність застосування хімічного методу впливає з недосконалих наукових розробок, порушень технології, недостатньо обґрунтованих принципів застосування хімічних засобів у боротьбі з шкідниками і хворобами рослин, недостатнього матеріально-технічного оснащення та ін. Ось чому провідні спеціалісти в галузі захисту рослин вважають за потрібне ставити питання не про відмову від хімічного методу захисту рослин, а про його удосконалення і науково обґрунтоване застосування. В основу хімічного захисту повинен бути покладений біоценологічний принцип. Суть його не в максимальному знищенні чисельності шкідливих організмів, а в регулюванні її на екологічно і економічно доцільному рівні. Керуючись цим, не скрізь і не завжди для захисту рослин необхідний буде хімічний метод.

Критерієм для прийняття рішення про застосування інсектицидів повинен бути **економічний поріг шкідливості** (ЕПШ). Під цим терміном розуміють мінімальну щільність популяції шкідника, при якій витрати на боротьбу з ним окуплюються ціною збереженого врожаю, з рівнем рентабельності не нижче загальногосподарських витрат.

Нижче наводяться економічні пороги шкідливості для найбільш поширених шкідників основних сільськогосподарських культур (табл. 34).

34. Економічні пороги шкідливості основних шкідників (Е.Г. Дегодюк, 1992)

Шкідник, стадія	Фенофаза культури	Облікова одиниця	ЕПШ особин на одиницю обліку
1	2	3	4
Пшениця			
Злакові попелиці: самки личинки	Вихід у трубку Колосіння	Стебло, 50% заселених стебел	10 5-10
Шкідлива черепашка: клопи личинки	Вихід у трубку Цвітіння, форму- вання зернівки	1 м ² 1 м ²	1-1,5 10-15
Шкідлива черепашка: клопи личинки	Молочна стиглість: сильна пшениця філер	1 м ² 1 м ²	1-2 4-6
Трипси	Наливання	Колос	40-50
Хлібна жужелиця: личинки	Сходи Кущіння	1 м ² 1 м ²	1-2 2-3
Хлібні жуки	Цвітіння Молочна стиглість	1 м ² 1 м ²	3-4 6-8
Злакова листокрутка: гусениці	Вихід у трубку	1 м ²	50
Озима совка: гусениці	Сходи, кущіння	1 м ²	2-3
Кукурудза			
Кукурудзяний метелик: кладка яєць, гусениці	Викидання волотей	100 рослин	15-18
Дротяники	Перед сівбою	1 м ²	3-5
Горох			
Попелиці: самки, личинки	Бутонізація	100 змахів сачком	250-300
Гороховий зерноїд: жуки	Бутонізація	100 змахів сачком	12-20
Ріпак			
Хрестоцвіті блішки: жуки	Сходи	1 рослина (10% заселених рослин)	3-5
Ріпаковий квіткоїд: жуки	Бутонізація	1 рослина	6-8
Соняшник			
Сірий довгоносик: Жуки	Сходи	1 м ²	5-8
Попелиця	3 пари листків – формування кошиків	% заселених рослин	20

1	2	3	4
Льон			
Льонова блоха: жуки	Сходи	1 м ²	10-15
Цукрові буряки			
Листкова попелиця: самки, личинки	2-4 пари листків Змикання рядів	% заселених рослин	5 12
Мінуючі мухи: личинки	2 пари листків	1 рослина (30% заселених рослин)	6-8
Бурякові блішки: жуки	Сходи, густота 8-10 на 1 м рядка	4 рослини	1
Щитоноски: жуки	Сходи, густота 8-10 на 1 м рядка	1 м ²	1
Звичайний довгоносик: жуки	Сходи, густота 8-10 на 1 м рядка	1 м ²	0,1
Сірий довгоносик: жуки	Сходи, густота 8-10 на 1 м рядка 2-4 пари листків	1 м ² 1 м ²	0,3 0,4
Картопля			
Колорадський жук: жуки личинки	Сходи		
	Бутонізація (ранні сорти)	1 рослина 1 рослина	5 15-20
	Початок цвітіння (пізні сорти)	1 рослина	20-30

Слід відзначити, що щільність популяцій, яка відповідає ЕПШ, не є величиною постійною. Тому її потрібно корегувати з урахуванням таких факторів: строку появи шкідника до найбільш пошкодженої фенофази рослин, особливостей формування елементів продуктивності й стійкості сорту, метеорологічних умов, від яких залежить інтенсивність росту і здібність до регенерації пошкодженої поверхні рослин, а також активності стадій шкідника в процесі його живлення.

При обстеженні посівів і визначенні необхідності проведення хімічних обробок, потрібно враховувати також наявність і чисельність у посівах природних ентомофагів, про значення яких згадувалося раніше.

Фунгіциди в системі інтегрованого захисту застосовують для профілактики зараження рослин патогенними мікроорганізмами і запобігання розповсюдженню хвороб на посівах. Це досягається на багатьох культурах за допомогою протруювання насіння і обробки рослин під час вегетації.

Обробку рослин фунгіцидами намічають на початок найбільш відчутної фази і проводять або на підставі повідомлення служби сигналізації і прогнозів, або спостереження спеціалістів господарств. Застосування системних фунгіцидів, що відзначаються також лікувальною дією, дає змогу знищити патогенів у тканинах рослин уже після зараження, що значно розширює можливості хімічного методу в боротьбі з хворобами.

Встановлено, що для збереження врожаю від шкідливих організмів не завжди необхідна висока біологічна ефективність (85-90% і більше), а відповідно і максимально допустима доза витрати пестицидів. Якщо чисельність шкідників перевищує порогову не більше як у 2-3 рази, достатньою буде ефективність 50-60%, а іноді й менша. Щоб досягнути її, максимальну дозу можна зменшити в 1,5-2 рази, а між тим при такій чисельності шкідників, яка часто існує на практиці, витрата пестицидів не змінюється, що завдає певних екологічних і економічних збитків.

Зменшити витрату хімічних речовин в 6-10 разів дає змогу більш економне застосовування препаратів, зменшення кількості обробок, перехід від суцільних обробок до вибіркового і крайового, з урахуванням інтенсивності заселення полів і економічних порогів чисельності шкідників і розвитку хвороб. Наприклад, при своєчасній крайовій обробці в період заселення бобовою попелицею на площі 90 га витрачають в два рази менше препарату.

Перехід від суцільних обробок посівів отрутохімікатами до **крайових і локальних**, дає змогу поліпшити роботу по оцінці фітосанітарного стану посівів і визначити точно час заселення крайових смуг шкідниками. У Вінницькій, Кіровоградській та інших областях своєчасно проводять хімічну обробку посівів цукрових буряків у крайових смугах 50 м, де в основному концентруються шкідники.

Перспективним прийомом, що дає змогу скоротити хімічні обробки посівів, є припосівне внесення гранульованих інсектицидів у ґрунт. Так, припосівне внесення у ґрунт БІ-58 на гранульованому суперфосфаті або амофосі, значно знижувало чисельність злакових попелиць і ґрунтових шкідників, пошкодженість рослин злаковими мухами та іншими видами мух.

Нові можливості для екологізації хімічного методу захисту рослин відкриває спосіб мало- і ультрамалооб'ємного обприскування. Норми витрат робочої рідини за мало об'ємного обприскування (МО) становлять: для польових культур із застосуванням штангових обприскувачів – 80-135 л/га, вентиляторних – 5-50 л/га; ягідників і винограду – 200 л/га; садів – 250-500 л/га; за УМО норма витрати робочої рідини

0,5-2 л/га. Але він потребує більш сучасної авіаційної та наземної апаратури, яка б забезпечувала тонкий, близький до монодисперсного, розпил рідини, більш рівномірний розподіл по обробленій поверхні й зменшення витрати рідини на 25%. Для цього потрібна нова наземна техніка.

Один із шляхів зменшення пестицидного навантаження на навколишнє середовище – це скорочення використання високотоксичних препаратів. В останні роки успішно впроваджується протруювання насіння методом інкрустації (протруювання з плівкоутворюючими полімерами). При використанні як плівкоутворювачів NaКМЦ або РКД утримуваність препаратів на насінні становила 88,8 і 87,5%, тоді як при протруюванні із зволоженням – 48,1%. Це дає можливість зменшити втрати хімічних препаратів при протруюванні насіння.

Зменшенню доз витрат інсектицидів сприяє приготування робочих розчинів з додаванням азотних добрив.

Наземна апаратура при захисті зернових культур, порівняно з авіаційною більш ефективна, втрати пестицидів на 30-40% менші. Це має й екологічне значення. Запобігання забруднення навколишнього середовища сприятиме будівництву в господарствах сучасних складських приміщень, що відповідають санітарним вимогам.

Проти комах і кліщів доцільно чергувати препарати з різним механізмом дії, щоб запобігти виведенню стійких популяцій і необхідності додаткових обробок.

Впровадження багатьох згаданих вище заходів, спрямованих на застосування менших обсягів пестицидів, дає можливість скоротити застосування хімічних засобів, витрату препаратів. Зменшенню хімічних обробок посівів сприяє перехід сільськогосподарських підприємств на ринкові умови, що спонукає їх раціональніше використовувати ресурси, у тому числі й пестициди. Знижує негативний вплив пестицидів на навколишнє середовище не тільки зменшення витрат препаратів, а й суворе дотримання технології їх застосування та техніки безпеки.

З погляду на перспективу хімічного методу слід відмітити, що вона буде визначатися перш за все результативністю наукових пошуків і рівнем розвитку хімічної промисловості. В сільськогосподарському виробництві зможуть знайти застосування тільки екологічно безпечні препарати. Вдосконалення систем землеробства в напрямку біологізації, розвиток методів альтернативних хімічному в системі інтегрованого захисту, сприятиме поліпшенню екологічної обстановки на Україні в найближчий час.

6.4. Особливості поведінки пестицидів у навколишньому середовищі

Найчастіше пестициди застосовують шляхом обприскування рослин або ґрунту, що призводить до надходження їх як на задані, так і на контактуючі об'єкти. Наприклад, при авіаційному обприскуванні до 60% використаних пестицидів потрапляє на поле, а решта розсівається в атмосфері. В сучасній технології хімічного захисту рослин практично всі пестициди, що використовуються, беруть участь у забрудненні навколишнього середовища і тільки 5-10% потрапляє на рослини, які потребують обробки. Отже, сучасна технологія обприскування сільськогосподарських культур не дає можливості нанести препарат безпосередньо на рослину, що призводить до забруднення ґрунту, знесення пестициду за межі ділянки, а також розсіювання в атмосфері.

Неправильне або надмірне використання пестицидів призводить до їх **трансформування**, тобто виникають нові токсичні речовини (*вторинна токсикація*).

При обробці сільськогосподарських культур 75-90% використаних препаратів осідає на поверхні ґрунту, не досягаючи мети. За іншими джерелами відношення кількості пестициду, що осідає на поверхні рослин і ґрунту становить 1:3. Розсіювання пестицидів на значних територіях, надходження в ґрунт, водойми, рослини і організм тварин створює реальні умови для проникнення їх в організм людини. Висока біологічна активність не тільки по відношенню до шкідливих для сільськогосподарських культур організмів, але і до всього живого, здатність зберігатися в навколишньому середовищі, надходити в продукти харчування і корми сільськогосподарських тварин, нагромаджуватися у біоценозах зумовлюють потенційну небезпеку пестицидів для навколишнього середовища і здоров'я людини.

Відомо, що характер розподілу пестицидів у навколишньому середовищі залежить від ряду факторів, серед яких важливе значення мають спосіб і метод обробки, дисперсність розпилу робочої рідини, метеорологічні умови та ін. Внаслідок знесення пестицидів не тільки забруднюється ґрунт і рослини прилеглих площ, але й знижується ефективність обробок, що потребує збільшення доз використання препаратів (рис. 16).

Ґрунт – це універсальний природний адсорбент і нейтралізатор різних хімічних сполук, крім того, важливий елемент у ланцюзі циркуляції пестицидів у навколишньому середовищі.

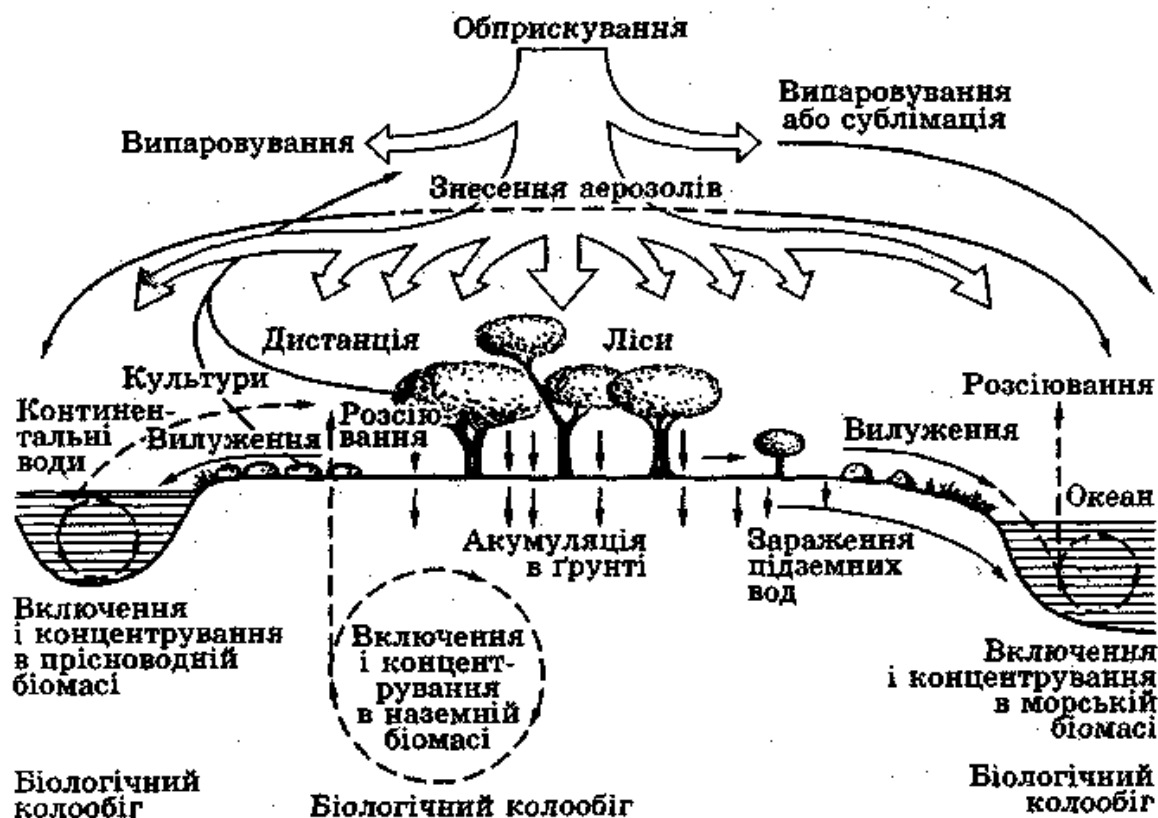


Рис. 16. Переміщення пестицидів у біосфері
(за О.Ф. Смаглій та ін., 2006)

Слід підкреслити, що більшість пестицидів негативно діють на мікроорганізми ґрунту. **Інтенсивність розкладання пестицидів** визначається вмістом гумусу в ґрунті, його гранулометричним складом, водно-тепловим режимом, реакцією ґрунтового розчину, іншими ґрунтово-кліматичними чинниками. Чим вони сприятливіші для мікробіологічної діяльності, тим швидше відбувається деструкція пестицидів. Найнебезпечнішими вважають персистентні (стійкі) пестициди, зі строком розкладання в ґрунті на нетоксичні компоненти понад два роки. До таких, зокрема, належать хлорорганічні сполуки (ДДТ, гексахлоран тощо), використання яких заборонене. З трьох основних (за обсягом застосування) груп пестицидів найбільш згубними для мікроорганізмів є фунгіциди, а найменш згубними – гербіциди. Інсектициди найнебезпечніші для ґрунтової фауни, а з мікроорганізмів – для бактерій.

Вміст пестицидів у ґрунті зменшується не лише за рахунок їх деградації, але і внаслідок міграції у суміжні середовища. Найбільш важливими ланцюгами міграції є ґрунт – рослина, ґрунт – вода, ґрунт – повітря. Так, надходження хлорорганічних сполук з ґрунту в рослини може досягати 30%, в воду – до 15%, повітря – до 28%.

Важливим чинником, який визначає поведження пестициду в ґрунті, є його адсорбційна здатність. За високого вмісту гумусу, важкого гранулометричного складу ґрунт утримує більше пестицидів, тим самим їх міграція уповільнюється.

Відомо, що забруднення пестицидами джерел **водопостачання**, можливе не лише за рахунок їх надходження у водойми при обробці, але й в результаті змивання з поверхні ґрунту, або міграції по профілю ґрунту з наступним потраплянням у підземні води. В основному в підземних водоносних горизонтах виявляються стійкі агрохімікати – хлорорганічні сполуки, симтриазини та ін. Проте зустрічаються і менш стабільні, наприклад фосфорорганічні сполуки. В підземних водах можуть виявлятися одночасно декілька пестицидів (у середньому від 5 до 15 найменувань). Це вказує на можливість сумісного їх токсичного ефекту і підвищення потенційної небезпеки використання цих підземних джерел питної води. В умовах зрошення швидке надходження препаратів у глибокі шари ґрунту пояснюється ослабленням сорбційних властивостей останнього, за рахунок насичення колоїдів вологою.

На процес міграції пестицидів по профілю ґрунту впливає багато факторів, найважливішим серед яких є фізико-хімічні властивості препарату, умови його застосування, властивості ґрунту, гідрогеологічні умови та ін.

Доведено, що пестициди ДДТ, алдрин, хлордан, ділдрин, ендрин, гептахлор, гексахлорбензол, мірекс, токсафен здатні викликати рак та природжені дефекти у людей і тварин. Вони десятиріччями зберігаються в природі й накопичуються в жирових тканинах. Стійкі органічні забруднювачі разносяться по світові повітряними й океанськими течіями, вони виявлені навіть в організмах пінгвінів і ведмедів Антарктики.

При використанні агрохімікатів, забруднення **повітря** можливе не тільки під час, але й після обробки, що пов'язано з надходженням препаратів із забрудненої поверхні. Вторинне потрапляння пестицидів у повітря відбувається в результаті випаровування, сублімації та піднімання з ґрунтовым пилом. Як свідчать розрахунки, міграція препаратів у повітря може досягати 20-30% осілої на поверхні кількості. При деяких умовах вторинне забруднення повітря може спостерігатися на 5, 10 і навіть 15-ту добу після обробки. Причому рівень вмісту пестицидів у повітрі може перевищувати гранично допустимий. На міграцію препаратів у системі ґрунт – повітря впливає ряд факторів, серед яких найбільше значення мають концентрація пестициду і органічної речовини в ґрунті, температура, вологість і швидкість руху повітря тощо.

Слід підкреслити, що міграція пестицидів з ґрунту в повітря може створювати небезпеку для здоров'я працюючих на оброблених площах. Про це свідчать випадки групових отруєнь людей, під час виконання ручних робіт по догляду за рослинами. Характерно, що інтоксикація відмічалася не лише в перші дні після обприскування посівів, але і в більш віддалені строки, коли надходження препаратів у повітря не реєструвалося, або їх вміст був значно нижчий гранично допустимого. При сумісній присутності в ґрунті поліхлорпінену, аміачної селітри і суперфосфату в повітря полів, де вирощували цукрові буряки, можуть надходити поліхлорпінен, фосген, окис вуглецю, окиси азоту, хлористий водень, аміак, аніони синильної кислоти, озон, фтористий і фосфористий водень, сірчистий ангідрид і окисли фосфору, фотооксиданти. Доведена можливість надходження в повітря високотоксичних для теплокровних тварин карбонілів заліза, що утворюються в ґрунті. Останніми роками зареєстровані випадки отруєння буряководів на полях, оброблених фосфорорганічними пестицидами. Встановлено, що під дією сонячного опромінення, активних радикалів і реактивних сполук фосфорорганічних препаратів, можуть утворюватися Р-О-аналогі пестицидів, які більш токсичні, ніж вихідні сполуки. Таким чином, у реальних умовах використання хімічних засобів захисту рослин можлива міграція в повітря високотоксичних продуктів їх трансформації, які утворюються в ґрунті в присутності мінеральних добрив і при сприятливих для цього метеорологічних умовах. Оцінка ступеня міграції пестицидів з ґрунту в суміжні середовища, а також їх впливу на загальносанітарні показники ґрунту, лежить в основі нормування пестицидів у певному об'єкті навколишнього середовища. З метою запобігання негативних наслідків надходження пестицидів у ґрунт, слід дотримуватися гранично допустимих рівнів їх внесення, які розраховують для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Відомо, що основним джерелом надходження пестицидів в організм людини є продукти харчування. Від загальної кількості препаратів, які надходять в організм людини, 30-80% і навіть до 90-95% припадає на їжу. В останні роки помітно зросли показники забруднення пестицидами продуктів харчування, частота виявлення їх залишків збільшилася від 3,4 до 7,1%, з перевищенням допустимих концентрацій від 1,3 до 2,7%. При цьому найбільш широкий асортимент препаратів знайдено в картоплі (до 39), огірках (до 37), цибулі й капусті (до 31), помідорах (до 28), яблуках (до 25). В 40,1% випадків забруднення продуктів харчування пестицидами, пов'язане з порушеннями технології їх обробки,

в 28,6% – із забрудненням кормів сільськогосподарських тварин, в 10,5% – з недотриманням оптимальних строків обробки, в 6,7% – з використанням отрутохімікатів не за призначенням.

Необхідно підкреслити, що важлива роль у забрудненні продуктів харчування належить фізико-хімічним властивостям пестицидів: стійкість, швидкість трансформації та високий ступінь проникнення в рослину. На ступінь токсичності впливає форма пестицидів: масляні розчини деяких речовин токсичніші, ніж водні емульсії, дусти або гранульовані форми. Наприклад, хлорорганічні пестициди здатні зберігатися в сільськогосподарських продуктах протягом 5 місяців і більше, полікарбацин, цинеб, фозалон, фосфамід, дурсбан, гексилур, препарати групи 2,4-Д дихлорфеноксіоцтової кислоти, рамрод – близько 3 місяців, більшість фосфорорганічних пестицидів зберігаються в рослинах протягом 3-4 тижнів. Інсектициди, які належать до синтетичних піретроїдів, порівняно швидко руйнуються в рослинах. Як правило, їх залишки через 1-3 доби після використання не перевищують максимально допустимих рівнів.

У процесі метаболізму пестицидів у рослинах можливе тимчасове утворення сполук, які мають значно більшу токсичність. Ця властивість характерна для похідних тіо- і дитіофосфорних кислот, дитіокарбама-тів, гептахлору, монурону та інших.

Всі **регламенти** (дози витрати, препаративні форми, кількість і строки обробок, строки реалізації продуктів та ін.) встановлюють з урахуванням властивостей пестициду, особливостей сільськогосподарських культур, динаміки вмісту агрохімікату і продуктів його трансформації в урожаї та об'єктах навколишнього середовища, ступеня детоксикації в процесі технологічної та кулінарної обробки продуктів рослинного і тваринного походження, гігієнічних нормативів та інших критеріїв. Вони публікуються в списку пестицидів, офіційно дозволених для використання в сільському господарстві, і лише за умов дотримання цих регламентів можливе збереження якості продуктів харчування.

Переважає більшість негативних наслідків застосування пестицидів пов'язана з тим, що на практиці порушують науково обґрунтовані регламенти їх використання (дози витрат, кількість обробок, строки збирання врожаю, строки виходу на ділянки, оброблені засобами захисту рослин, тощо), не враховують ступінь небезпечності препарату, порівняно з пестицидами аналогічної економічної ефективності, та інші умови досягнення високого врожаю, при зменшенні негативних наслідків для навколишнього середовища і здоров'я людини.

Останнім часом, розроблено нові системи хімічного захисту рослин на основі сучасного асортименту пестицидів і оптимального їх чергування протягом вегетації, що характеризуються високою ефективністю при малих дозах витрат, дає можливість зменшити навантаження на сільськогосподарські угіддя інсектицидів до 2 кг/га і одержувати урожай без їх залишків. Можна також зменшити внесення фунгіцидів шляхом скорочення кількості обробок препаратами міди, контактними фунгіцидами та впровадження нових препаратів системної дії.

Високу гігієнічну оцінку одержав **метод токсикації системними інсектицидами**. При централізованій обробці насіння цукрових буряків та інших культур його обробляють фураданом, прометом, які є препаратами системної дії. Незважаючи на те, що витрати пестицидів для цього методу незначні (0,05-0,08 кг/га), нанесена мікрокількість інсектицидів захищає сходи від шкідників, а також дає можливість уникнути чи звести до мінімуму кількість обприскувань. При такому способі не погіршуються умови праці під час сівби і догляду за рослинами, відсутня залишкова кількість шкідливих речовин в урожаї.

Значно зменшуються витрати пестицидів, при використанні стрічкового штангового обприскувача для просапних культур. Цей метод дає можливість не лише зменшити вдвоє витрати пестицидів, але й послабити їх знесення за межі оброблених площ і розсіювання у повітрі. Обробка рослин за допомогою малооб'ємних обприскувачів дає змогу знизити витрату препаратів на 25% і більше, в зв'язку з цим зменшується забруднення навколишнього середовища, при збереженні економічної ефективності обробки.

Перспективними є електризація аерозолів у момент його диспергування, використання антивипаровувачів, гранульованих форм пестицидів тощо. Останнє дає можливість запобігти розсіюванню хімічних засобів захисту рослин у повітрі, поліпшити гігієну праці.

При застосуванні пестицидів особливу увагу необхідно приділяти якості обробок, яка залежить від справності апаратури і умов її експлуатації. Хімічну обробку посівів та інших об'єктів треба проводити лише після обов'язкового попереднього їх обстеження спеціалістами по захисту рослин і визначення економічної та агроекологічної доцільності такої обробки.

Для багатьох препаратів передбачені як мінімальні, так і максимальні дози витрат. Вибір тих чи інших доз зумовлений типом апаратури, фазою розвитку культури, її вегетативною масою, чутливістю окремих шкідників до пестицидів та ін. Під час правильної організації робіт при хімічному захисту рослин, навіть мінімальні дози витрат,

дають змогу досягти необхідної ефективності обробки. Застосування максимальних, нерідко невиправдано високих доз, призводить до знищення корисної ентомофауни, забруднення навколишнього середовища і продуктів харчування. Останнє відбувається за рахунок підвищення початкового рівня вмісту пестициду в урожаї і подовження строку деструкції його в ґрунті та рослинах.

Посіви необхідно обробляти в рекомендовані строки. Особливо це стосується останніх строків обробок перед збиранням урожаю.

Не менш важливими є сприятливі для хімічної обробки метеорологічні умови. Адже при обприскуванні в жарку вітряну погоду, різко знижується осідання аерозолі на об'єктах обробки. Найбільш сприятливі для хімічного захисту рослин ранкові та вечірні години. Не виключається можливість обробки пестицидами вдень у похмуру і прохолодну погоду. Швидкість вітру при вентиляторному дрібнокрапельному обприскуванні повинна становити не більше 3 м/с, крупнокрапельному – 4, тракторному штанговому дрібнокрапельному – 5, авіаобпиленні – 2, авіаобприскуванні дрібнокрапельному і крупнокрапельному відповідно 3 і 4 м/с. Слід враховувати, що при відсутності вітру і низькій температурі повітря, обробки ефективні навіть при мінімальних дозах витрати рекомендованого пестициду.

Для запобігання негативним наслідкам застосування хімічних засобів захисту рослин, важливе значення має правильний вибір способу обробки. Найбільш доцільним вважається наземний. Але в зв'язку з низькою продуктивністю цього способу, можливе застосування авіації. Не дозволяється застосування пестицидів з високою летючістю, 1-, 2- і 3-го класів небезпеки.

Під час робіт з пестицидами всі працюючі повинні користуватися засобами індивідуального захисту.

Підвищення токсичності суміші хімічних сполук, у результаті посилення дії її компонентів на організм, називають **синергізмом фізіологічного типу**, а в результаті взаємодії компонентів між собою – **синергізмом хімічного типу**. Зниження токсичності суміші в результаті протилежної дії характеризує **антагонізм фізіологічного типу**, а в результаті взаємодії компонентів між собою – **антагонізм хімічного типу**. Особливо часто проявляється **адитивна дія** – просте підсумування токсичної дії компонентів, які входять до суміші і мають незалежний механізм біологічної активності. У ряді випадків цей факт спостерігають на рівні низьких концентрацій.

Планувати і здійснювати заходи щодо захисту посівів від шкідників, хвороб і бур'янів доцільно на основі довгострокового та короткострокового прогнозів. В усіх регіонах України пріоритетним є застосування біологічного методу захисту рослин. У перехідний період передбачається використовувати пестициди в нормах приблизно 1,7 кг/га діючої речовини на 1 га ріллі. У подальшому пестицидне навантаження на 1 га ріллі значно зменшуватиметься.

Учені всього світу наполегливо працюють над розробкою більш безпечних засобів захисту рослин, але використання хімічних на найближчий час залишається одним із головних у захисті рослин від шкідливих організмів.

При можливості необхідно обмежувати площі, оброблювані хімічними засобами, з урахуванням економічних порогів чисельності шкідників, поширення бур'янів і прогнозу розвитку хвороб, для чого обов'язково треба попередньо обстежувати й визначати поля, де є реальна загроза втрати врожаю. Проти шкідників доцільно, насамперед, проводити обробки крайових смуг полів, не чекаючи, поки вся площа буде ними заселена. Гербіциди також бажано вносити локально. Визначаючи норму витрати препарату, потрібно вибрати найнижчу з рекомендованих, яка в конкретних умовах може забезпечити достатню біологічну ефективність. Слід уникати багаторазових обробок поля одним і тим самим препаратом, оскільки це призводить до нагромадження його діючої речовини в ґрунті та рослинах. Щоб не допустити використання забруднених харчових продуктів, необхідно дотримувати строків очікування. При плануванні агротехнічних робіт у сівозміні, потрібно враховувати також вміст пестицидів в орному шарі ґрунту. В разі надмірних залишків хімічних речовин у ґрунті, можна вирощувати тільки технічні та зернові культури. Так, у практиці широко використовують крайові обробки і метод токсикації сходів.

6.5. Біологічні методи боротьби з шкочинними об'єктами

Хімізація не є єдиним засобом інтенсифікації сільського господарства. Наша країна серйозно відстає від світової науки у розробці *біологічних методів*.

Для боротьби з попелицями на посівах озимої пшениці та інших зернових і зернобобових культур ефективними є крайові, або смугові обробки афіцидами та препаратами широкого спектра дії. Відомо,

що попелиці спочатку заселяють краї полів і поступово поширюються на решту площі. При чисельності у середньому 20-25 особин на одну рослину доцільно проводити крайові обробки. Співвідношення між кількістю ентомофагів і попелиць у цей період становить, звичайно, 1:100-200 і більше. На злаках зареєстровано понад 50 видів хижаків і паразитів попелиць. Експериментально доведено, що оптимальним співвідношенням чисельності (при якому ентомофаги знищують основну масу шкідника протягом 2-3 днів) є 1:50. При крайових обробках зазначеними препаратами, незважаючи на те, що близько половини ентомофагів гине, кількість їх за обробленою смугою майже подвоюється і співвідношення стосовно попелиць стає оптимальним.

Аналогічні результати одержано при застосуванні зазначеного прийому проти попелиць на посівах цукрових буряків, висадках, плодкових і ягідних насадженнях, а також проти павутинних кліщів та попелиць на бавовнику. Обробка крайових смуг посівів гороху, в період заселення їх брухусом, практично зберігає рослини від пошкоджень і разом із тим дає змогу зберегти корисних комах на цих площах. Таким чином, локальні обробки при певній чисельності шкідника, особливо препаратами селективної дії й при незначній витраті робочої рідини, високоефективні, забезпечують зменшення кількості шкідників при мінімальних витратах пестицидів.

Найраціональнішим прийомом використання сучасних пестицидів є внутрішньорослинна терапія, або тимчасова токсикація сходів, що досягається передпосівною обробкою насіння інсектицидами, здатними проникати у клітини рослин і з соком потрапляти в кореневу систему, сім'ядолі та перші листочки. Найбільшого поширення метод токсикації сходів набув у буряківництві для боротьби з комплексом ґрунтових і надземних шкідників сходів. Для цього використовують адіфур, гаучо, промет 400, фурадан. Насіння обробляють на насінних заводах перед сівбою, але не раніше як за шість місяців до його висівання.

Останніми роками з'явилися нові ефективні пестициди з поліпшеними санітарно-токсикологічними та екологічними характеристиками. Прикладом можуть бути піретроїдні інсектициди, інгібітори синтезу хітину (регулятори росту комах), гербіциди – похідні сульфонілсечовин, високоефективні при низьких нормах витрати – 5-100 г/га. Середні норми витрат пестицидів, що становлять світовий асортимент, за останні роки зменшилися в 2-3 рази, їх загроза для людини і тварин – на 10-14%.

При оцінці препарату слід враховувати, що більш токсичний, але й ефективніший пестицид, внесений у малих дозах, може мати меншу загрозу, порівняно з менш токсичним пестицидом, який використовують у більших дозах. Наприклад, піретроїд децис вважається високотоксичним для бджіл, як і традиційний препарат карбофос, тоді як старий препарат тіодан, навпаки, малотоксичний для цих комах. Гостра токсичність децису в шість разів вища, ніж карбофосу, але норма витрати в 40 разів нижча. Тому в практиці виходить, що децис у сім разів безпечніший, ніж менш токсичний карбофос. Поширюючи аналогічне судження на тіодан, одержуємо, що цей старий малотоксичний препарат у 2 рази небезпечніший для бджіл, ніж високотоксичний децис.

Прогрес у галузі екологізації пестицидів значний. Ще значніші потенційні можливості зменшення шкідливих наслідків застосування пестицидів. Перехід від старих традиційних до нових сучасних препаратів – це важливий резерв щодо поліпшення стану навколишнього середовища. На жаль, цей перехід потребує часу, в ряді випадків значного, і навіть у розвинених країнах з їхніми високими технічними можливостями відбувається повільніше, ніж того хотілося б суспільству, яке занепокоєне погіршенням стану навколишнього середовища.

Нині, поряд із хімічним, застосовують також **агротехнічний, біологічний, генетичний** та інші методи боротьби з сільськогосподарськими шкідниками. Кожний із них має свої недоліки. Жоден не може поки що бути альтернативою хімічному методу. Проте, поєднанням їх у рамках інтегрованого захисту рослин, досягають деякого зменшення обсягу застосування хімічних засобів і зменшення навантажень на навколишнє середовище.

Відомо, що найбільшу шкоду сільськогосподарському виробництву завдають **фітопатогенні гриби** (збудники аскохітозу, фузаріозу, антракнозу, гнилей, альтернаріозу тощо), **бактерії** (що викликають м'які гнилі, опіки, “чорну ніжку”, рак), **нематоди**, а також **листогризучі комахи**, що призводить до значних втрат урожаю (вони можуть досягати 50-70%). Тому створення екологічно безпечних засобів захисту рослин і впровадження їх у виробництво є надзвичайно важливим завданням сьогодення.

Інтенсивне застосування у сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин призвело не тільки до забруднення довкілля, а й до появи нових стійких до хімічних препаратів форм патогенів.

У країнах Західної Європи і США створено державні програми, які передбачають зменшення об'ємів застосування хімічних препаратів удвічі, за рахунок впровадження біологічних препаратів. Розроблено низку біопрепаратів, таких як біофунгус (на основі *Trichoderma* spp., Бельгія), бінаб-Т (*T.harzianum* і *T.polysporum*, Швеція), біо-трек (*T.harzianum*, США), серенада, кодіак (*B.subtilis*, США), ризо-плюс (*B.subtilis*, Німеччина), бактофіт (*B.subtilis*, Росія), які рекомендовано для використання в інтегрованих системах захисту рослин (Е.І. Коломієць, 2004). В Україні також розроблено ефективні препарати для боротьби з грибними захворюваннями рослин (В.В. Смірнов, І.А. Козачко, В.А. В'юницька, 1995; С.П. Надкерничний, 1997), проте їх впровадження обмежене.

Біофунгіциди на основі живих культур мікроорганізмів характеризуються низкою переваг, до яких можна віднести безпеку для людини і тварин, відсутність фітотоксичності, мутагенної та онкогенної активності, а також широкий спектр дії на різні патогени. Суттєвою перевагою цих препаратів є також можливість практично безперервного їх вдосконалення, шляхом генетичної та генно-інженерної модифікації мікроорганізмів, що входять до їх складу, а також проста технологія їх виробництва і, як результат цього, невисока собівартість. Необхідно також відмітити нешкідливість біопрепаратів для навколишнього середовища і відсутність загрози забруднення агробіоценозів.

Певну увагу в даний час приділяють **біопестицидам**. У США Агентством з охорони навколишнього середовища як біоінсектициди допущені 16 мікроорганізмів, як біогербіциди – тільки 2. Ці 16 мікроорганізмів використовують майже в 100 препаративних формах. При цьому 90% комерційних біопестицидів припадає на препарати на основі *Bacillus thuringiensis* (Bi). Продукт високоспецифічний і діє лише на личинки комах із класу *Lepidoptera* і *Diptera*, що призводить до значних економічних витрат. Певні успіхи, пов'язані з використанням біометоза в рамках інтегрованого захисту рослин, дещо послабили хімічний вплив на навколишнє середовище, однак тут ще належить багато зробити.

Реальним також є розширення **спектра біологічних інсектицидів**. На сьогодні в арсеналі мікробіологів є відомий препарат бітоксинацилін, а також його покращені аналоги (на основі *Bacillus thuringiensis*) (Л.Н. Кузнєцова, 1999). Збільшення їх виробництва могло б кардинально поліпшити ситуацію з таким шкідником, як колорадський жук. Якщо в країнах західної Європи не існує проблеми з боротьбою

з цим шкідником, внаслідок запровадження науково обґрунтованих сівозмін і територіального віддалення полів картоплі, то в Україні, через концентрацію вирощування культури у приватному секторі (до 96%), ця проблема є надзвичайно гострою. Причому вона стає дедалі актуальнішою, оскільки, внаслідок адаптації комах до отрутохімікатів, для їх знищення потрібні як нові хімікати, так і збільшення кратності обробок. Очевидно, що успіх у вирішенні цієї проблеми значною мірою залежить від праці мікробіологів.

Зменшити обсяг застосування хімічних засобів, без зниження ефективності обробки, можна також завдяки вдосконаленню методів оцінки чисельності шкідливих об'єктів і прогнозуванню їх поширення. Передбачити оптимальні строки та методи боротьби, скоротити кількість інсектицидних обробок у 2–3 рази дає можливість використання феромонів. Застосування феромонів – захід дорогий, але він забезпечує зменшення втрат урожаю, при одночасному скороченні хімічних обробок, і тим самим зменшує забруднення навколишнього середовища.

Скоротити витрати пестицидів можна й удосконаленням методів обробки та апаратури. Так, застосування мало об'ємного обприскування, дає змогу знизити норми витрат пестицидів на 25-30%. Значний ефект забезпечує також оптимізація форм застосування.

Один з основних засобів у біозахисті є **трихограма** – рід паразитичних комах родини хальцид, яких успішно використовують у боротьбі проти совок, метеликів, плодожерок, листокруток. Водночас у нашій країні досі невідомий повний набір видів цього роду.

У **боротьбі з бур'янами** використовують рослиноїдних комах, перспективність яких полягає у високій специфічності відносно рослин-господарів, що практично гарантують неможливість переходу їх на інші види. Вже такі комахи (**гербіфаги**) застосовуються проти осоту польового, багатьох видів будяків, васильків, молочаю, хрестоцвітих, жовтеців, березки, грициків, хвоща, пирію повзучого, гострецю, навіть амброзії.

Важливим елементом інтегрованого захисту рослин є **біологічний метод**, що включає застосування комах і ентомофагів, яких штучно розмножують у лабораторних умовах та на біофабриках, а також мікробіопрепаратів промислового і господарського виробництва. У 1993 р. з допомогою біологічного методу захищено 14% посівів сільськогосподарських культур відкритого ґрунту, які підлягали хімічній обробці проти шкідників. Значно зменшилося застосування хімічних засобів захисту рослин проти шкідників зернобобових культур.

Завдяки застосуванню **бактероденциду** проти мишовидних гризунів скоротилося застосування хімічних зооцидів на 15-18%. Облік мікроспоріозу, ентомофторозу й ентомофагів на капустяних метеликах допомагає обґрунтовано відмінити хімічні обробки на хрестоцвітих культурах. Таку регламентацію хімічного методу проводять на посівах гороху, пшениці, при прогнозуванні ентомофторозу горохової зернівки і гранульозу сірої зернової совки.

Один із шляхів підвищення ефективності захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів і зменшення забруднення навколишнього середовища пестицидами – використання засобів, створених на основі біологічно активних речовин, якими є регулятори росту, розвитку, розмноження і поведінки живих організмів. Проти комах-шкідників винайдено і перевірено в дослідках регулятори росту (інгібітори синтезу хітину), регулятори розвитку і розмноження (гормональні та антигормональні препарати), регулятори поведінки (феромони й антифеданти). З цих речовин на практиці застосовуються **феромони комах**, які використовуються для нагляду за шкідниками в садах і на виноградниках, що дає змогу в 2-3 рази зменшити хімічні обробки. У масштабах країни скорочення лише на один обробіток, внаслідок застосування феромонних вловлювачів, економить значну кількість інсектицидів, дає змогу визначити найефективніші строки хімічних обробок або при чисельності шкідників, нижчій за економічну межу шкідливості, відмінити їх. Ефективність боротьби за рахунок оптимізації строків обробок підвищується на 20-30%.

6.6. Забруднення нітратами, нітритами, важкими металами та іншими хімічними речовинами

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є природними сполуками і добре розчиняються у воді, а при нагріванні можуть переходити у нітрити з виділенням кисню. Вони входять в склад мінеральних добрив, а також являються натуральним компонентом харчових продуктів рослинного походження. У рослини нітрати надходять з ґрунту. Концентрація нітратів в продуктах харчування залежить в основному від неконтрольованого використання азотних добрив.

Застосування великих доз добрив погіршує якість продукції. Використання мінеральних добрив дало змогу певною мірою підвищити врожайність культур, однак подальше збільшення їх доз уже

не сприяло її зростанню, що пов'язано із зменшенням запасів гумусу в ґрунті. Зростання врожайності неможливе без удосконалення технології внесення добрив. Безконтрольне їх застосування призводить до забруднення навколишнього середовища.

Вміст нітратів у рослинах залежить і від видових, і сортових особливостей, часу збирання та ін. За однакових умов невелику кількість їх нагромаджують баклажани, томати, цибуля; підвищену – салати, капуста, ревінь, петрушка, редька, редиска. При звичайному вирощуванні нітрати не нагромаджуються в яблуках, ягодах, вишні, сливі, смородині, агрусі. Менше нітратів містять дозрілі рослини. В кормових культурах вміст нітратів залежить від видового складу, сорту, дози внесення азотних добрив, ґрунтово-кліматичних умов вирощування та інших агротехнічних факторів.

Допустима доза нітратів для людини, при надходженні в організм з продуктами харчування і водою, за добу становить 5 мг/кг.

Заходи запобігання нітратному забрудненню продукції рослинництва. Зі зростанням обсягів застосування азотних добрив пов'язана така важлива проблема, як підвищення забруднення харчових продуктів і питної води нітратами та нітритами. Нітрати значно поширені в природі, вони містяться в ґрунті, воді, рослинах, організмах тварин і людини. Азот з усіх форм, в яких він існує в ґрунті, може переходити в нітратну: з аміачної, яка утворюється в результаті амоніфікації органічних сполук, під впливом бактерій групи *Nitrosomonas* він переходить у нітритну, а під впливом *Nitrobacter* – в нітратну форму. Нітрати дуже рухливі в ґрунті, майже не адсорбуються ґрунтовим вбирним комплексом і можуть вимиватись у поверхневі та інфільтруватися в ґрунтові води. Нітрати також здатні відновлюватись до газоподібних продуктів – N_2O , N_2 , NO , NO_2 в результаті денітрифікації і втрачатися з ґрунту.

Рослини поглинають азот у різних формах: нітратній, нітритній, аміачній, амідній або вільній молекулярній (бобові рослини), однак у синтезі амінокислот, під час взаємодії з органічними кислотами, може брати участь лише аміак NH_3 (реакція амінування). Вільний амоній у рослинах накопичується в обмеженій кількості, інакше відбувалося б так зване аміачне отруєння, тоді як від надлишку нітратів і нітритів рослини не страждають. Цим і пояснюється здатність рослин накопичувати їх у значній кількості. В рослинах нітрати і нітрити, під дією нітратредуктази і нітритредуктази, відновлюються до NH_3 (редукція).

Вагомим чинником **підвищеного накопичення нітратів** у продукції рослинництва, який часто вважають головним, є порушення норм і правил застосування азотних добрив, а саме: 1) перевищення норм внесення, рекомендованих зональними науково-дослідними установами для відповідних ґрунтово-кліматичних умов; 2) віддавання переваги добривам, в яких азот знаходиться у нітратній формі; 3) внесення добрив без урахування вмісту в ґрунті мінерального азоту; 4) проведення пізніх азотних підживлень.

Ґрунтові властивості та умови є одним із чинників забруднення рослин нітратами. Відомо, що за нейтральної реакції ґрунтового розчину рослини краще поглинають NH_4^+ , за кислої – NO_3^- . В разі внесення фізіологічно кислих добрив кислотність ґрунту підвищується, що сприяє поглинанню NO_3^- .

Надмірно інтенсивний обробіток ґрунту теж призводить до збільшення забруднення продукції рослинництва нітратами. За цих умов спостерігається підвищена мінералізація гумусу та інших азотовмісних органічних речовин ґрунту, з вивільненням амонію й подальшим перетворенням його на нітрати, збільшення їх вмісту в ґрунті та посилене поглинання рослинами.

Одним із найважливіших чинників нітратного забруднення продукції є ступінь утилізації нітратів і нітритів у самих рослинах, що, в свою чергу, визначається інтенсивністю фотосинтетичної діяльності. Отже, всі чинники, що впливають на неї, а в кінцевому підсумку – на урожайність, одночасно визначають вміст нітратів у рослинах. Основні з них наведено нижче.

1. Рівень освітленості, або забезпеченість рослин ФАР. Недостатня освітленість рослин у теплицях може бути однією з причин підвищеного накопичення нітратів, у вирощених там овочах. Загущення посівів польових культур, затінення рослин призводять до аналогічних результатів. Відомо також, що інтенсивність освітлення визначає активність нітратредуктази, яка відновлює нітрати до амонію.

2. Тепловий режим ґрунту і фітоценозу. Відхилення температури від оптимальної, тобто як надмірне зниження, так і підвищення її, спричиняє збільшення забруднення рослин нітратами.

3. Водний режим ґрунту. Найнижчий вміст нітратів у продукції рослинництва спостерігається за оптимального забезпечення рослин вологою. І за нестачі, і за надлишку вологи накопичення нітратів збільшується.

4. Забезпеченість рослин елементами живлення та співвідношення між ними. Оптимальні вміст і співвідношення елементів живлення в ґрунті – один із чинників, що впливає на вміст нітратів у рослинах. Крім того, важливими є й окремі елементи. Так, від вмісту молібдену залежить нормальне відновлення нітратів до нітритів, від вмісту мангану – нітритів до амонію. Калій і магній поліпшують використання нітратів у самих рослинах (калій активує синтез вуглеводів, магній – збільшує вміст хлорофілу).

5. Кислотність ґрунтового розчину. Для кожної рослини існує оптимальний діапазон кислотності, який забезпечує найсприятливіші умови для фотосинтетичної діяльності.

6. Ураження рослин хворобами і шкідниками. Передчасне припинення фотосинтезу при ураженні чи пошкодженні вегетативної маси призводить до зменшення утворення органічних кислот, недостатньої утилізації нітратів, які вже надійшли в рослину.

7. Вчасність виконання польових робіт. Передчасне або пізнє проведення сівби, робіт із догляду за посівами скорочує вегетаційний період, погіршує умови росту, що супроводжується зменшенням кількості синтезованих органічних речовин.

Існують певні закономірності коливання вмісту нітратів у продукції рослинництва. Так, біологічні особливості рослин зумовлюють найінтенсивніше поглинання мінерального азоту до їх цвітіння, а з вступом у генеративний період розвитку – запас нітратів вичерпується в міру накопичення сухої речовини. Оскільки в ранніх сортах вміст сухої речовини нижчий і мінерального азоту зв'язується менше, то залишкова кількість нітратів у продукції вища, ніж у пізніх сортах. Подібно пояснюють і факт більшого вмісту нітратів у продукції, що споживається зеленою, порівняно з вмістом їх у плодах.

Отже, дотримання вимог і регламентів застосування азотних добрив, покращення умов існування рослинного організму, за рахунок збалансованості факторів життя, дозволить істотно зменшувати нагромадження нітратів у рослинницькій продукції.

35. Класи забруднювачів за ступенем небезпеки

(за О.Ф. Смаглій, 2006)

Клас	Токсичність	Хімічні речовини
I.	Дуже небезпечні	Миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, фтор, бензопірен
II.	Помірно небезпечні	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, хром
III.	Мало небезпечні	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенол

Клас небезпеки хімічних речовин встановлюють за даними табл. 36.

36. Показники для визначення класу небезпеки хімічних речовин (за О.Ф. Смаглій, 2006)

Показники	Норми для класів небезпеки		
	I	II	III
Токсичність, ЛД ₅₀ *	<200	200-1000	>1000
Персистентність в ґрунті, міс**	>12	6-12	<6
МДК в ґрунті, мг/кг	<0,2	0,2-0,5	>0,5
Міграція	Мігрують	Слабо мігрують	Не мігрують
Персистентність в рослинах, міс	>3	1-3	<1
Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції	Великий	Помірний	Відсутній

Примітка:

* ЛД₅₀ – летальна доза хімічної речовини, що при введенні в організм викликає загибель 50% тварин, мг/кг живої ваги.

** Персистентність в ґрунті – продовженість зберігання біологічної активності забруднюючої хімічної речовини, що характеризує ступінь її стійкості до процесу розкладу.

До забруднювачів оточуючого середовища входять, крім пестицидів, і важкі метали, окремі похідні вуглецю, сірки, азоту, фтору, різні вуглеводні, синтетичні органічні речовини, радіонукліди та інші шкідливі речовини.

Відповідно до діючого стандарту хімічні речовини, що надходять у ґрунт з викидами і відходами, поділяють на три класи за ступенем загрози (табл. 34).

Джерела надходження важких металів поділяють на природні та техногенні. До **природних джерел** відносяться вивітрювання гірських порід і мінералів, ерозійні процеси, вулканічна діяльність. **Техногенні джерела забруднення ґрунту** важкими металами можуть бути розміщені в наступний ряд, за масштабами забруднення і за питомим внеском: повітряні викиди підприємств чорної металургії (найбільше джерело забруднення), автотранспорту, рідкі і тверді побутові відходи (включаючи стічні води), пестициди, органічні та мінеральні добрива (табл. 37).

37. Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг сухої маси (за О.Ф. Смаглій, 2006)

Елемент	Зрошувальні і стічні води	Фосфатні добрива	Вапнякові матеріали	Азотні добрива	Органічні добрива	Пести- циди
As	2-26	2-1200	0,1-24	2,2-120	3-25	22-60
Cd	2-1500	0,1-170	0,04-0,1	0,05-8,5	0,3-0,8	–
Co	2-260	1-12	0,4-3,0	5,4-12	0,3-24	–
Cr	20-40000	66-245	10-15	3,2-19	5,2-55	–
Cu	50-3300	1-300	2-125	1-15	2-60	15-50
F	2-740	8500- 38000	300	–	7	18-45
Hg	0,1-55	0,01-1,2	0,05	0,3-2,9	0,09-0,2	0,8-42
Mn	60-3900	40-2000	40-1200	–	30-550	–
Mo	1-40	0,1-60	0,1-15	1-7	0,05-3	–
Ni	16-5300	7-38	10-20	7-34	7,8-30	–
Pb	50-3000	7-225	20-1250	2-27	6,6-15	60
Se	2-9	0,5-25	0,08-0,1	–	2,4	–
Sn	40-700	3-19	0,5-4,0	1,4-16	3,8	–
Zn	700-49000	50-1450	10-450	1-42	15-250	1,3-25

На особливості **перерозподілу важких металів** у ґрунтовому профілі впливає комплекс ґрунтових факторів: гранулометричний склад, реакція ґрунтового розчину, вміст органічної речовини, ємність поглинання катіонів, дренаж та інші. Рівень вмісту металів, за якого починає проявлятися послаблення росту рослин та інші негативні прояви, може різнитись в декілька разів на піщаних і глинистих ґрунтах, окультурених і не окультурених. При цьому враховується не лише безпосередньо їх дія на живі організми, а й на екосистему в цілому, з врахуванням органічних зв'язків між її компонентами і можливих окремих наслідків надходження забруднюючих речовин в біосферу.

Характеризуючи загальну картину забруднення ґрунтів важкими металами, необхідно враховувати, що небезпечний його рівень, який перевищує МДК, спостерігається в основному біля **металургійних підприємств** в радіусі до 10-12 км та впродовж **автодоріг** з достатньо інтенсивним рухом (в смузі шириною до 100 м). У цих районах і місцях, сільськогосподарське використання ґрунтів повинне бути відповідно спеціалізованим, їх доцільно виключати із звичайних сівозмін.

Максимальна концентрація хімічних елементів спостерігається на відстані 20-30 м від полотна доріг, де у верхньому шарі ґрунту збільшується концентрація натрію, магнію, алюмінію, міді, свинцю, кадмію та ін.

Кадмій, свинець, титан, нікель нагромаджуються у ґрунті на

відстані 5-7 км від доріг. На великих автострадах смуги забруднення збільшуються до 50-100 м. Якщо автострада пролягає на підвищеній частині рельєфу, то шкідливі елементи можуть нагромаджуватися на відстані 15-20 км від неї.

Забруднення важкими металами агропромислових територій до рівнів, що наближаються до МДК, існує на землях, на яких засоби хімізації, наприклад, пестициди або стічні води, застосовувались тривалий час без належного контролю. Внесення мінеральних добрив і традиційних органічних добрив у середніх дозах, здатне підняти рівень вмісту важких металів в ґрунтах до діючих нині значень МДК лише за сотні років.

Найбільш вірогідними *об'єктами*, на яких можна очікувати *підвищення рівня забруднення важкими металами* і для яких необхідне проведення обстежень, є: приміські зони великих промислових центрів (на відстані до 10 км); овочеві сівозміни з високою насиченістю добривами і пестицидами; поля з традиційним застосуванням стічних вод та ін.

Шкалу оцінки небезпеки – забруднення важкими металами (табл. 37) за сумарним показником забруднення (Z_c) визначають за формулою:

$$Z_c = \sum K_c - (n-1),$$

де n – число металів, що визначається;

$\sum K_c$ – арифметична сума коефіцієнтів концентрації окремих металів, K_c визначається діленням фактичного вмісту металів в ґрунті (мг/кг) на фоновий вміст металів (довідникові дані).

При Z_c менше 16 категорія забруднення приймається як допустима, при 16-32 – як помірно небезпечна, при 32-128 – як небезпечна, понад 128 – як надзвичайно небезпечна.

6.7. Особливості вирощування польових культур на територіях радіоактивного забруднення

Велику загрозу природі та людині в Україні становить величезна кількість відходів, у тому числі радіоактивних. В цілому необачна техногенна діяльність людини є одним з головних негативних екологічних факторів.

38. Принципова схема оцінки ґрунтів сільськогосподарського використання за ступенем забруднення хімічними речовинами (за даними ЦІНАО, 1992 р.)

Категорія ґрунтів за ступенем забруднення	Сумарний показник забруднення (Zc)	Забруднення відносно МДК	Можливе використання ґрунтів	Необхідні заходи
I. Допустима	<16,0	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове, але не вище МДК	Можна використовувати під всі культури	Зниження впливу джерел забруднення ґрунтів. Проведення заходів по зниженню доступності токсикантів для рослин
II. Помірно небезпечна	16,1-32,0	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує МДК при лімітуючому загально-санітарному і міграційному водному показнику шкідливості, не нижче МДК по транслокаційному показнику	Можна використовувати під всі культури за умови контролю якості продукції рослинництва	Заходи аналогічні першій категорії. Проводиться контроль за вмістом цих речовин у поверхневих і підземних водах
III. Високо небезпечна	32,1-128,0	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує МДК при лімітуючому транслокаційному показнику шкідливості	Можна використовувати під технічні культури, без одержання з них продуктів харчування та кормів, в яких можливе перевищення МДК	Заходи аналогічні першій категорії. Контроль за вмістом токсикантів в рослинах. Обмежене використання зеленої маси на корм худобі, особливо рослин накопичувачів
IV. Надзвичайно небезпечна	>128	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує МДК всіх показників	Доцільно виключати з сільськогосподарського використання	Заходи по зниженню рівня забруднення і зв'язування токсикантів у ґрунті, атмосфері воді

Використання атомної енергії, призвело до забруднення біосфери радіоактивними речовинами. Аварія на Чорнобильській АЕС спричинила значні викиди радіонуклідів в атмосферу, які згодом нагромадились у ґрунті, вимиваються в ілювіальний горизонт та ґрунтові води, забруднюючи навколишнє середовище. Високогумусний ґрунт досить міцно утримує радіоактивні речовини, які протягом десятиріч знаходяться в орному шарі, звідки постійно мігрують у рослинницьку продукцію. Таким чином, у разі забруднення території, ґрунт є постійно діючим джерелом надходження радіонуклідів у рослини, корми тварин і продукти харчування.

Досвід ліквідації наслідків катастрофи показав, що у системі "ґрунт-рослина" заходи з обмеження переходу радіонуклідів у трофічному ланцюжку є найефективнішим щодо зменшення дози внутрішнього опромінення людини. Комплекс заходів щодо обмеження міграції радіоізоотопів на радіоактивно забруднених агроландшафтах передбачає організаційні, агроеліоративні (агротехнічні, агрохімічні) й технологічні прийоми. Важливе місце серед них займає внесення добрив, з акцентом уваги на підвищення коефіцієнтів використання елементів живлення з них та ґрунту (М.М. Городній, 2004; Б.Є. Черній, 2008).

На даний час основними радіоактивними забруднювачами є стронцій-90 і цезій-137, які поглинаються рослинами і переміщуються по них, як і їхні хімічні аналоги – кальцій і калій.

Поглинання радіонуклідів і переміщення їх по рослині відбувається в три основні стадії. Спочатку радіонукліди *дифузним шляхом* порівняно легко потрапляють у вільний простір тканин кореневих волосків. Для цього використовується енергія, що вивільняється при диханні. На *другій стадії* поглинання радіонукліди проникають у провідні тканини, одновалентні іони поглинаються швидше, ніж багатовалентні, і переносяться в стебла рослин у більших кількостях. На *третій стадії* поглинання спостерігається висхідний потік іонів у судинні тканини. Швидкість переміщення іонів у пагонах залежить від інтенсивності транспірації води. **Радіонукліди**, які надходять у надземну частину рослин, в основному **нагромаджуються** в соломі, листках і стеблах, менше – в зерні. Нагромадження радіонуклідів у рослинах визначається *коефіцієнтом накопичення* – відношенням вмісту радіонукліда в одиниці рослинної маси до вмісту його в одиниці маси ґрунту або одиниці об'єму розчину.

Загалом для **накопичення радіонуклідів** та їх вмісту на одиницю маси речовини в процесі росту рослин спостерігається така сама закономірність, як і для біологічно важливих елементів: з віком рослин

у їхніх надземних органах абсолютна кількість радіонуклідів збільшується, а їх вміст на одиницю маси сухої речовини – зменшується. З підвищенням урожаю, вміст радіонуклідів на одиницю маси, як правило, зменшується.

Забрудненість рослинної продукції радіонуклідами, що надходять з ґрунту в рослини через корені, залежить від **типу і властивостей ґрунту**. Найвищі рівні забруднення спостерігаються на дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу (піщаних і супіщаних), нижчі – на сірих лісових і найнижчі – на чорноземах.

Велика різноманітність ґрунтів в Україні визначає істотні відмінності в поведженні радіонуклідів у ґрунтах і накопиченні їх у рослинах. За одного й того ж рівня забруднення концентрації радіонуклідів у рослинах, вирощених на різних ґрунтах і в різних ґрунтово-кліматичних зонах, можуть різнитися в десятки разів. Кількість накопичених радіонуклідів у рослинах великою мірою залежить від властивостей ґрунтів, які зумовлюють поглинання і закріплення їх у поглиненому стані.

На міцність закріплення радіонуклідів у ґрунті, й отже, на надходження їх у рослини і накопичення в урожаї впливають реакція середовища, вміст обмінних кальцію, калію та інших елементів, склад поглинених основ, вміст органічних речовин.

Із **кислих ґрунтів** радіонукліди стронцію і цезію надходять у рослини в значно більших кількостях, ніж із слабкокислих, нейтральних чи слабколужних. У міру зростання кислотності ґрунту, знижується міцність їх закріплення, збільшуються рухливість і надходження в рослини. Знизити накопичення довго існуючих радіонуклідів стронцію і цезію в урожаї сільськогосподарських культур можна, внесенням карбонатів кальцію, калію або натрію в кислий дерново-підзолистий ґрунт у кількостях, еквівалентних гідролітичній кислотності.

На **карбонатних ґрунтах** відбувається необмінна фіксація радіонуклідів. Крім того, стронцій і кальцій є хімічними аналогами. У разі надходження в рослини, між ними можуть складатися певні конкурентні відносини (**антагонізм**) і кальцій, якого в ґрунті на кілька порядків більше, ніж стронцію, обмежить його надходження в рослини.

На перехід цезію-137 із ґрунту в рослини впливає, насамперед, сума обмінних катіонів. На ґрунтах із низькою сумою поглинених основ, як правило, радіонукліди надходять у рослини інтенсивніше, ніж на ґрунтах з вищою сумою обмінних катіонів. На надходження цезію-137 із ґрунту в рослини найбільше впливає калій, як аналог цезію.

Зростання в ґрунті вмісту обмінного калію, пропорційно знижує міграцію і надходження в рослини цезію-137. Подібний тип взаємовідносин може встановитися між цезієм та іншими одновалентними елементами (натрієм, рубідієм, літієм).

Вітер може спричинити вторинне забруднення рослин радіонуклідами. Очищення від радіонуклідів, які потрапили на рослини, і взаємодія їх із ґрунтом, значною мірою залежать від пори року. Взимку, за низьких температур і твердих атмосферних опадів, вони будуть мінімальними. Плюсowi температури й висока вологість ґрунту влітку посилюють взаємодію радіонуклідів із ґрунтом.

Погодно-кліматичні умови впливають як на вертикальну, так і на горизонтальну міграцію радіонуклідів. За сильних зливових дощів у літньо-осінній період, швидкого танення потужного снігового покриву наприкінці зими – на початку весни, можливий змив радіонуклідів із площ водозборів у водойми і забруднення ними річок, озер, водосховищ.

Подальша міграція радіоактивних речовин, які випали на поверхню ґрунту, біологічними ланцюгами визначається, насамперед, їх розчинністю і пов'язаною з нею біологічною доступністю. Забруднення рослин радіонуклідами в перший період після аварії на ЧАЕС відбувалося двома шляхами: *позакореневим і кореневим*. Карбонатні радіоактивні часточки, що потрапили на поверхню рослин, здатні не тільки забруднювати їх наземні органи, а й проникають у внутрішні тканини, переміщуються, перерозподіляються і накопичуються в господарсько-цінній частині. Радіонукліди, що випадають на вегетуючі посіви чи насадження, не всі затримуються на рослинах, частина їх відразу ж осідає на землю, обминувши рослини.

Утримувальна здатність рослинного покриву залежить від його щільності, морфологічних ознак рослин, форми, розмірів та агрегатного стану радіоактивних речовин, метеорологічних умов на час їх випадання – швидкості вітру до і після випадання радіонуклідів, відносної вологості повітря. Первинне утримування радіоактивних часточок може коливатись від 20-30 до 95%. З часом під дією дощу, вітру радіонукліди потрапляють на ґрунт. Втрати радіоактивності забрудненими рослинами, які відбуваються під дією всіх чинників, крім радіоактивного розпаду нуклідів, прийнято називати *польовими втратами*. Швидкість видалення радіоактивних речовин із рослинного покриву в літературі часто виражають **періодом напіввtrat** – це час, протягом якого з рослин змивається дощем і здувається вітром 50% радіонуклідів.

Максимальна їх кількість видалається з рослин у перший період після потрапляння. Тверді сплавлені часточки радіонуклідів здуваються з рослин швидше, ніж розчинні форми. Найшвидше щезає та частина радіоактивних речовин, яка залишається у вільному, незв'язаному стані на поверхні кутикули листків, непроникної для води і газів.

Радіоактивне забруднення рослин буде тим меншим, чим більше часу мине від початку випадання радіоактивних речовин. За умов постійних (хронічних) випадань зі збільшенням, часу, ступінь забруднення урожаю, як правило, зростає.

Інтенсивність міграції радіонуклідів залежить насамперед від їх хімічних властивостей. Інтенсивно переміщуються по рослинах радіоактивні цезій, рубідій, йод, ітрій, значно слабкіше – стронцій, церій, рутеній, цирконій, барій. Найбільшою рухливістю відрізняється цезій-137. Потрапивши на листки, він швидко переміщується всередину рослини й у великих кількостях може накопичуватися в зерні, бульбах картоплі, плодах огірків і томатів.

У процесі *росту і розвитку рослин вміст радіонуклідів в урожаї збільшується* й досягає максимуму в кінці вегетації. Наприклад, вміст стронцію-90 в коренеплодах столових буряків, при надходженні нукліда через листки, в кінці вегетації збільшився приблизно в 20 разів порівняно з накопиченням його в коренеплодах буряків, зібраних через 8 днів після нанесення радіонукліда. Найбільше цезію-137 в урожаї рослин накопичується при кінцевому збиранні капусти і столових буряків.

На переміщення радіоактивних речовин по рослині і накопичення їх в урожаї великою мірою впливає вік листків, з яких нукліди надходять у репродуктивні органи. З молодих листків радіонукліди інтенсивніше переміщуються по рослині і в значно більших кількостях накопичуються в господарсько-цінній частині врожаю.

Фаза розвитку рослин має значення не тільки для накопичення в урожаї радіонуклідів, а й впливає на переміщення їх всередині рослин при надходженні через листки. Так, при випаданні стронцію-90, і надходження його в рослини через листки у фазу після виколювання пшениці і ячменю, їх зерно буде забруднене цим нуклідом значно сильніше, ніж при випаданні радіостронцію у фазу початку виходу в трубку. Для рослин із закритим насінням (горох, кукурудза) механічне забруднення врожаю радіоактивними речовинами практично неважливе. Рівень забруднення рослин радіонуклідами за прямого потрапляння на поверхню листків, визначається кількістю свіжих радіоактивних

випадань. Надходження їх в рослину з ґрунту через коріння залежить від загальної кількості акумульованих ґрунтом радіоактивних речовин. Тому, при повторенні глобальних випадань радіонуклідів, їх кількість у ґрунті збільшується, а ступінь забруднення врожаю підвищується, в результаті поглинання радіонуклідів рослинами з ґрунту через корені.

Принципи ведення рослинництва на території забруднених радіонуклідами. На забруднених радіонуклідами територіях уже є певний досвід виробництва продукції з допустимим вмістом цезію і стронцію.

Період піврозпаду цезію-137 і стронцію-90 близькі до 30 років, а практично повний їх розпад відбудеться лише через 300 років. За найближчі 100 років активність їх зменшиться приблизно в 10 разів, що сприятиме нормалізації радіаційного стану на основній частині забрудненої території.

Заходи, спрямовані на зменшення вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва:

Видалення або загортання поверхневого шару ґрунту. Радіонукліди стронцію і цезію надходять у рослини переважно через кореневу систему, засвоєнням їх із ґрунту. Основна їх кількість (90-97%) нині зосереджена у верхньому 10-сантиметровому шарі лучних ґрунтів і орних горизонтів. З теоретичного погляду радикальним способом різкого зменшення забруднення ґрунту (до 10 разів) може бути видалення поверхневого шару (4-5 см) з подальшим його похованням. Практично це питання здійснити важко через великі об'єми земляних робіт і невирішені проблеми із похованням ґрунту (маса 5-сантиметрового шару ґрунту з площі 1 га – близько 750 т).

Системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур мають бути спрямовані, насамперед, на закріплення радіонуклідів у ґрунті, з метою зниження інтенсивності їх переходу в рослини.

Це питання певною мірою можна вирішити глибоким загортанням верхнього шару ґрунту. Тому, ефективним прийомом у перші дні після аварії на ЧАЕС і випадання радіонуклідів на високородючих ґрунтах, було **загортання забрудненого шару** спеціальним плантажним плугом на глибину 45-50 см, з перевертанням скиби та наступний поверхневий обробіток дисковими знаряддями й окультурення вигорненого підорного шару. Цей прийом дав змогу у 3-4 рази зменшити щільність поверхневого забруднення ґрунту і в 5-6 разів – надходження радіонуклідів у рослини.

Ефективність такої оранки вища на ґрунтах важкого гранулометричного складу з глибоким (40-45 см) орним шаром, за вирощування сільськогосподарських культур із мичкуватою кореневою системою. Звичайно, таку оранку не слід проводити на малопотужних (орний шар – до 20 см) дерново-підзолистих ґрунтах, бо це може призвести до різкого зменшення родючості ґрунту і навіть до повної її втрати. У цьому разі оранку треба проводити ярусними плугами, які зміщують шари ґрунту, або виконувати її в два прийоми: спочатку плантажну оранку на глибину 40-45 см із перевертанням скиби, а потім повторну – на глибину 30-35 см, що дасть змогу вивернути на поверхню 10-20-сантиметровий шар більш родючого ґрунту з подальшим його окультуренням і поверхневим обробітком дисковими знаряддями.

Вважають, що загальноприйнятий спосіб обробітку ґрунту плугами з передплужниками перемішує шари ґрунту, але не забезпечує помітного зменшення надходження радіонуклідів у рослини. Проте слід пам'ятати, що навіть незначне (4-5 см і більше) заглиблення орного шару без попереднього луцення помітно знижує надходження радіонуклідів у рослини, оскільки верхній 5-сантиметровий шар ґрунту заробляється глибше, ніж за звичайної оранки.

Збільшення площ під культури з низьким рівнем накопичення радіонуклідів. Різні види і навіть сорти рослин з неоднаковою інтенсивністю поглинають і накопичують у своїх органах радіонукліди. Добір культур і сортів, які різняться за здатністю накопичувати в урожаї мінімальні кількості радіоцезію і радіостронцію – найпростіший і найдешевший захід зниження вмісту цих радіонуклідів у рослинницькій продукції. Як правило, види і сорти сільськогосподарських культур із низьким вмістом калію і кальцію мало накопичують радіонуклідів цезію і стронцію. ***Калієфільні рослини***, такі як люпин, амарант, гречка, картопля, буряки та інші, разом із калієм нагромаджують великі кількості його аналогів – одновалентних елементів, у тім числі стабільного і радіоактивного цезію.

Кальцієфільні рослини (усі бобові), насамперед такі, як люпин, вика, люцерна, конюшина, боби, горох, квасоля, разом із кальцієм накопичують його аналоги – двовалентні катіони й передусім стронцій. Бобові культури накопичують значно більше стронцію-90 і цезію-137, ніж злакові. Поглинання рослинами мінеральних солей певною мірою залежить від катіонообмінної ємності їхніх коренів.

За збільшенням здатності до **накопичення радіоцезію в урожаї зерна** на одному й тому самому ґрунті, за однакової щільності забруднення сільськогосподарські рослини можна розмістити в такий ряд: кукурудза, ячмінь, пшениця озима, пшениця яра, тритикале, просо, жито, овес, боби, соя, горох, гречка, вика, люпин жовтий; **кормові культури**: кукурудза, кострець, вівсяниця, суріпка, грястиця збірна, вика, ріпак, люцерна, конюшина, капуста кормова, буркун, амарант, люпин жовтий; **технічні культури**: льон, соняшник, буряки цукрові (корені), ріпак, редька олійна; **овочеві**: баклажани, цибуля городня, томати, гарбузи, петрушка, огірки, картопля, морква, салат, буряки столові, капуста, щавель. Слід відмітити, що в побічній продукції (солома зернобобових) радіоцезію накопичується в 2-3 рази більше, ніж у зерні, за винятком люпину жовтого (табл. 39).

Рівень забруднення урожаю однієї й тієї самої культури залежить як від щільності забруднення, так і від агрохімічних властивостей ґрунтів. Чим вища окультуреність ґрунту (чим більший вміст у ньому гумусу, а також кальцію, калію, глинистих і колоїдних фракцій), тим менше накопичується радіоцезію в урожаї однієї й тієї ж культури.

39. Коефіцієнти переходу K_n цезію-137 в рослини з дерново-підзолистого супіщаного ґрунту залежно від біологічних особливостей культур (за даними ЦІНАО, 1992 р.)

Культура	K_n , Бк/кг		Культура	K_n , Бк/кг	
	зерно	солома		зерно	солома
Кукурудза	3,3	20,0	Овес	22,6	36,5
Ячмінь	4,1	8,8	Соя	32,9	51,8
Пшениця озима	4,4	13,7	Боби	34,4	35,4
Пшениця яра	5,6	11,5	Горох	37,4	51,1
Тритикале	6,7	10,7	Гречка	41,8	49,6
Просо	7,0	32,9	Вика	47,7	87,7
Жито	8,1	15,2	Люпин жовтий	242,7	128,8

Розміщення культур з урахування їх біологічних властивостей та щільності забруднення ґрунтів, дасть змогу регулювати рівні забруднення врожаю.

Згідно з рекомендаціями Інституту землеробства УААН, на забруднених територіях, слід застосовувати такі сівозміни:

I) на дерново-підзолистих піщаних ґрунтах за щільності забруднення 370-555 кБк/м²: 1) озимі на зелений корм + післяукісна кукурудза на зелений корм; 2) озиме жито; 3) картопля; 4) овес;

II) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах: 1) кукурудза на

зелений корм та силос; 2) озиме жито; 3) картопля; 4) ячмінь з підсівом багаторічних трав (злаково-бобові сумішки); 5) багаторічні трави; 6) пшениця;

III) на сірих лісових суглинкових ґрунтах та чорноземах обмежень щодо видового складу і чергування культур у сівоzmіні немає.

Запобігають вторинному забрудненню рослин скороченням кількості міжрядних обробітків, виконанням робіт по вологому ґрунту, використанням широкозахватної техніки, комбінованих агрегатів, сільськогосподарської авіації.

Меліорація природних лук і пасовищ. У рослинництві найкритичнішою ланкою є виробництво кормів, насамперед на природних сінокосах і пасовищах. Отримувати нормативно чисті корми на природних сінокосах і пасовищах дуже складно, тому що через низку особливостей міграція радіонуклідів на них інтенсивніша, ніж на орних землях. Концентрація радіонуклідів у кормах, заготовлених на природних луках, залежить від багатьох чинників і насамперед від типу луків, режиму зволоження та видового складу травостою.

Якщо з природних кормових угідь неможливо отримати продукцію, що відповідає допустимим рівням забруднення радіонуклідами, необхідно вжити спеціальних заходів щодо поліпшення сінокосів і пасовищ, з метою максимального зниження надходження радіонуклідів у корми. Коли ж і спеціальні заходи не дають бажаного ефекту, то в міру можливостей кормові культури треба вирощувати в умовах кормових і польових сівоzmін.

Поверхнєве поліпшення природних луків. При випасанні великої рогатої худоби на бідних природних пасовищах забруднення молока радіонуклідами в 2-3 рази вище, ніж у разі випасання на луках із добрим травостоєм, що пов'язано з мимовільним поїданням тваринами часточок ґрунту і дернини. На таких луках рекомендуються заходи, які б сприяли підвищенню їх продуктивності: підсівання травосумішей, внесення добрив, вапнування кислих ґрунтів. Внесення норми **вапна**, розрахованої за гідролітичною кислотністю (H_f) ґрунту, з наступним легким боронуванням дернини, як правило, забезпечує зниження переходу радіонуклідів із ґрунту в травостій в 1,5 рази, а внесення суміші добрив $N_{60}P_{90}K_{120}$ і вапна – зниження переходу цезію-137 в біомасу рослин до 4 разів.

Поверхнєве поліпшення проводять на піщаних ґрунтах та у ви-

падках, коли не можна переорювати луки, через загрозу **ерозії**, або коли у складі травостою збереглося до 50% цінних бобових і злакових трав. Для поверхневого поліпшення треба використовувати легкорозчинні форми мінеральних добрив (небажаним є застосування фізіологічно кислих добрив), які вносять без порушення дернини.

На суходільних угіддях **фосфорні та калійні добрива** краще вносити восени, азотні – навесні. Дози добрив встановлюють залежно від вмісту рухомих форм поживних речовин у ґрунті, складу травостою, рельєфу, гранулометричного складу ґрунту та інших чинників. Фосфорні та калійні добрива, в початковий період на забруднених радіоактивними елементами ґрунтах, краще вносити в підвищених дозах із розрахунку 120-180 кг/га, що сприяє зниженню переходу радіонуклідів у травостій в 1,5-2 рази. Через кілька років, коли ґрунт збагатиться рухомими формами фосфору та калію, можна переходити до оптимальних доз (90 - 120 кг/га).

Азотні добрива в умовах радіоактивного забруднення слід вносити в помірних дозах – 60-90 кг/га, краще по половині дози – навесні та після першого укосу.

Докорінне поліпшення природних кормових угідь. Докорінне поліпшення є одним із найефективніших заходів зниження забруднення природних кормових угідь відразу після аварії. Воно дає змогу зменшити надходження радіонуклідів із ґрунту в лучні трави у 16 разів, щоправда на практиці ефективність такого зниження не перевищує 2-10 разів. Повторне докорінне поліпшення луків забезпечує зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в лучні трави лише в 2-3 рази.

Важливу роль у комплексі робіт щодо докорінного поліпшення природних кормових угідь відіграє вапнування і застосування добрив. Вапнують ґрунти з розрахунку 1,5 норми CaCO_3 , розрахованої за гідролітичною кислотністю. Вносять добрива диференційовано, залежно від родючості ґрунту та його типу. Як і в разі поверхневого поліпшення, в початковий період на малородючих ґрунтах природних кормових угідь треба застосовувати підвищені дози фосфорних і калійних добрив, із розрахунку 180-200 кг/га діючої речовини і помірні дози азотних (40-60 кг/га), для зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в лучні трави. Через кілька років, після окультурення ґрунту, добрива можна вносити в орієнтовно-оптимальних дозах.

Важливе значення має видовий склад травостою луків. Різні види трав здатні накопичувати неоднакову кількість радіонуклідів. Відомо, наприклад, що злаки накопичують стронцію-90 в 1,5 рази більше, ніж кореневищні, а бобові трави – в 2 рази більше, ніж злаки.

Ранні злакові суміші характеризуються відносно меншим накопиченням радіоцезію, ніж **пізні**, однак, за високої інтенсивності випасання, коли вносять високі норми азотних добрив, використання пізніх трав виявляється ефективнішим, особливо в суміші з бобовими травами. Для підвищення вмісту кормового білка, рекомендується підсів конюшини червоної в суміші з ранніми злаковими і конюшини білої – в суміші з пізніми. При цьому вміст цезію-137 у кормі буде значно нижчим (до 2 разів), ніж у разі внесення азотних добрив.

Зелену масу першого укусу з посівів багаторічних трав і на пасовищах краще не згодовувати тваринам, а виготовляти з неї сінаж, який потім давати відгодівельному молодняку (групи дорощування). Звичайно, крім цих заходів, треба проводити суворий радіаційний контроль як одержуваних кормів, так і продукції тваринництва.

Зерно злакових культур нагромаджує мало важких металів (0,2% маси врожаю). Тому, на забруднених радіонуклідами територіях, доцільно вирощувати передусім зернові культури і виробляти свинину, м'ясо птиці та яйця. Поголів'я великої рогатої худоби на відгодівлі тут потрібно зменшувати, молоко переробляти на масло, сир, сметану, оскільки при його переробці важкі метали залишаються в сироватці. М'ясо худоби і свиней використовують згідно з існуючими щодо цього спеціальними вказівками.

Деякі види коренеплодів і бульбоплодів менше акумулюють важких металів, порівняно з іншими культурами. Наприклад, у картоплі вони залишаються в бадиллі. Топінамбур, за даними кафедри кормовиробництва Кам'янець-Подільського сільськогосподарського інституту сприяє виведенню радіонуклідів з організму, тому посіви його слід збільшувати, особливо на свино- і молочнотоварних фермах (О.І. Зінченко, 1996).

Агрохімічні заходи. Вапнування кислих ґрунтів. Радіоактивні речовини часто надходять у навколишнє середовище у вигляді нерозчинних і важкорозчинних необмінних форм. Однак, із часом при контакті з водою, киснем повітря, вони можуть переходити в розчинний обмінний стан, особливо цьому сприяє кисла реакція середовища. Рослини, що ростуть на кислих ґрунтах, поглинають більше радіонуклідів, ніж ті, що ростуть на нейтральних чи лужних. У зв'язку з цим вапнування кислих ґрунтів не тільки поліпшує умови росту рослин, а й зменшує надходження в них радіонуклідів.

Вапнування кислих ґрунтів, забруднених радіонуклідами – один з основних заходів гальмування переходу радіонуклідів, насамперед Sr_{90} , з ґрунту в рослини. За узагальненими даними різних авторів, отриманими за 17 років, що минули після аварії на Чорнобильській АЕС, воно забезпечує зниження вмісту радіостронцію у картоплі в 5-10 разів, у сіні бобових трав – у 6-8, овочах – в 4-6, в ягодах – у 5 разів. Для радіоцезію ці величини, як правило, дещо менші.

Особливо цінними є вапнякові матеріали, які, крім кальцію, містять різні мікроелементи і магній. Хімічний аналог кальцію і стронцію – магній також може вступати в конкурентні взаємовідносини зі стронцієм і знижувати його вміст в рослинах.

Вапнування кислих дерново-підзолистих ґрунтів Полісся зменшує перехід радіонуклідів у рослини, проте створює передумови для поширення хвороб картоплі, льону і погіршує якість урожаю цих культур. Вапнування кислих ґрунтів призводить до зниження переходу з ґрунту в рослини багатьох мікроелементів. Тому, проведення вапнування ґрунтів, потрібно узгоджувати із спеціалізацією господарства.

Для зменшення ймовірності виявлення дії синергічних ефектів іонізуючої радіації і токсикантів хімічної природи на живі організми, заходи щодо захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб у зоні підвищеного радіоактивного забруднення ґрунтуються на уточненні популяційних особливостей основних видів шкідників і хвороб, з метою скорочення обсягів хімічної обробки.

Застосування мінеральних і органічних добрив. Різні мінеральні добрива по-різному впливають на надходження радіоцезію в рослини. Фізіологічно кислі азотні добрива (аміачна селітра, карбамід) спричинюють підвищення накопичення радіоцезію в урожаї, фосфорні – мало впливають на накопичення радіоцезію рослинами або дещо знижують його. Однак, згідно з результатами науково-дослідних установ і практики, внесення фосфорних добрив зменшує накопичення ^{90}Sr практично усіма видами рослин у 2-6 разів.

Основним елементом живлення рослин, що знижує накопичення радіоцезію в урожаї, є калій. Механізм впливу калійних добрив працює за будь-якої дози калію, внесеного в ґрунт, але величина зниження рівнів забруднення врожаю з кожним збільшенням дози добрив зменшується.

Ефективність одних і тих самих доз калійних добрив також знижується, зі збільшенням початкового вмісту обмінного калію в ґрунті. Калій здатний витіснити цезій під час засвоєння елементів живлення

кореневою системою рослин. За вмісту обмінного калію понад 100 мг/кг ґрунту, ефективність калійних добрив, як засобу зниження рівня забруднення врожаю, різко зменшується.

У зв'язку з тим, що **азотні добрива** сприяють накопиченню радіонуклідів в урожаї, ефективність калійних добрив, які застосовують у складі повного мінерального добрива, знижується. Для забезпечення мінімального надходження радіонуклідів, дози фосфорних і калійних добрив слід збільшувати відповідно в 1,5 і 2,0 рази, відносно дози азоту, розрахованої на запланований урожай, а за великої щільності забруднення дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу співвідношення N : P : K має бути 1:2:3.

Внесення в бідний на поживні речовини ґрунт **органічних добрив** (гною, компостів) істотно збільшує ємність вбирання ґрунту, знижує кислотність, сприяє утворенню комплексних органо-мінеральних сполук із радіонуклідами, внаслідок чого доступність останніх для рослин значно знижується. Тому застосування органічних добрив підвищує родючість ґрунтів, урожайність культур, сприяє зниженню радіоактивного забруднення врожаю сільськогосподарських культур в 1,5-3 рази, за дози внесення 50-80 т/га. Коефіцієнт переходу радіоцезію зі свіжого гною в рослини значно вищий, ніж із ґрунту. У зв'язку з цим, рекомендується вносити в ґрунт перепрілий гній, що містить незначну кількість радіонуклідів.

У сучасних умовах з року в рік зростає дефіцит традиційних органічних добрив, тому дедалі актуальнішим стає пошук **альтернативних їх джерел**. З місцевих органічних добрив велике значення мають сапропель, торфотуфи, мул. Відмінними органічними добривами є біогумус (**вермикомпости**) – продукт переробки органічних решток каліфорнійськими дощовими черв'яками і **фермвей** – продукт біологічної ферментації аеробними термофільними бактеріями гною, пташиного посліду та інших відходів тваринного походження разом із тирсою, соломою, корою, кукурудзяними качанами, відходами паперових фабрик тощо.

Великого значення набуває правильне використання зелених органічних добрив (**сидератів**), побічної продукції сільськогосподарських культур.

Застосування спеціальних речовин. Серед багатьох природних і штучних речовин, внесення яких у ґрунт зменшує надходження радіонуклідів у рослини, можна виділити дві основні групи – адсорбенти і комплексонати. **Адсорбенти** поглинають радіонукліди

і роблять їх недоступними для рослин, **комплексонати** – утворюють із радіонуклідами складні сполуки, переводять їх у важкорозчинні, не засвоювані рослинами форми або, навпаки – легкорозчинні, які вимиваються з кореневмісного шару в нижчі шари ґрунту.

Як **адсорбенти** найчастіше застосовують деякі мінерали, що виявляють високу сорбційну здатність стосовно радіонуклідів. До них належать цеоліти, іліти, вермикуліти, монтморилоніти, гідрослюди, дещо слабкішими сорбентами є каолініти, слюди, бентонітові глини, глауконіти тощо. Часто ці мінерали слугують меліорантами, оскільки їх внесення значно поліпшує фізико-хімічні властивості ґрунту, створює сприятливіші умови для росту і розвитку рослин. Їх можна розкидати по поверхні ґрунту з наступним заорюванням плугами з передплужниками на глибину 30-35 см або створювати прошарки в ґрунті – екрани.

Для видалення радіонуклідів з орного шару рекомендується промивати його розбавленими розчинами соляної та сірчаної кислот, нітрату і сульфату амонію та кальцію, хлорного заліза. Всі розглянуті спеціальні способи зменшення надходження радіоактивних речовин у рослини здебільшого дуже дорогі, тому їх слід застосовувати за дуже високої щільності забруднення на невеликих площах.

Застосуванням раціональних **способів збирання** зернових, овочевих і кормових культур запобігають вторинному забрудненню урожаю. Так, при збиранні зернових колосових культур перевагу слід віддавати прямому комбайнуванню, при вирощуванні льону – підсівати багаторічні бобово-злакові трави, що значно зменшує контакт вибраної соломи з ґрунтом, при збиранні багаторічних трав і льону слід застосовувати механізовані технології, щоб зменшити вплив запилення на працівників.

Такі загальнодоступні заходи дають змогу різко зменшувати вміст важких металів у зерні, кормах, технічній сировині.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке екосистема, агроекосистема і біогеоценоз?
2. Рівні організації та типи агроекосистеми.
3. Біогеоценоз. Екосистема. Умови їх функціонування залежно від антропогенного фактора.
4. Що таке біосфера та її складові?
5. Поясніть значення агрофітоценозів в рослинництві.
6. Наведіть приклади співжиття в агрофітоценозах.

7. Що розуміють під антропогенною енергією та які складові її витрат?
8. Глобальність антропогенного фактора. Ноосфера.
9. Трофічні зв'язки. Продуценти (автотрофи), консументи та редуценти.
10. Субедифікатори та едифікатори.
11. Охарактеризуйте основні елементи сільськогосподарських екосистем.
12. Техногенні екосистеми. Техносфера.
13. Основні заходи поліпшення екологічного стану полів.
14. Охарактеризуйте систему контурно-меліоративного землеробства.
15. Рекультивація земель та її значення.
16. Які існують способи збирання зернових культур?
17. Що таке адсорбенти?
18. Що таке комплексонати?

РОЗДІЛ 7. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА УМОВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

7.1. Загальна характеристика технології

Технологія вирощування, як система агротехнічних прийомів і матеріально-технічних засобів, спрямованих на виробництво рослинницької продукції, одержання прибутку та відновлення родючості ґрунту, історично змінювалася разом із розвитком цивілізації, продуктивних сил, знань та науково-технічного прогресу. Розробка технологічної схеми (**технології вирощування** запрограмованого врожаю як основи технологічної карти, або технологічного проекту) вирощування культури передбачає визначення технологічних операцій (приймів) вирощування, складу агрегату, строків проведення робіт, агротехнічні вимоги та примітки.

За підрахунками деяких вчених, при впровадженні інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, енергетичного потенціалу ґрунту-гумусу вистачить лише на 30 років. Тобто, на зміну енергетичним технологіям, повинні прийти принципово нові економічні прийоми землеробства, одним з яких є застосування регуляторів росту рослин.

Сучасні технології вирощування польових культур базуються на таких принципах:

1) екологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур, диференціація їх відповідно до конкретних категорій агроландшафтів;

2) адаптування технологій стосовно різного рівня інтенсифікації агропромислового виробництва, виробничо-ресурсного потенціалу товаровиробника;

3) адаптування технологій стосовно багатоукладності господарювання, різних форм організації праці (особистих, родинних, колективних, фермерських та ін.);

4) альтернативність, можливість вибору різних технологій, побудованих за принципом послідовного подолання природних факторів, що лімітують вирощування сільськогосподарських культур;

5) знаннях біологічних особливостей вирощуваних культур.

У цілому характер **технології визначається**: 1) характером соціально-економічних відносин у суспільстві; 2) рівнем розвитку продуктивних сил; 3) рівнем знань.

Враховуючи багатоукладність економіки аграрного сектору, різний економічний, соціальний стан суб'єктів виробництва, демографічну ситуацію, виробництво рослинницької продукції проводиться за різними технологіями. Проте, спільним для всіх технологій, є виробництво сукупної продукції, з метою вирішення соціальних і економічних потреб населення. Таким чином, технологія як засіб виробництва має забезпечити відповідні об'єми виробництва та одержання прибутку.

Основою технології є сорт, його агробіологічна характеристика, яка включає вимоги до умов вирощування, а також відомості про вплив культури на ґрунти в зв'язку з особливостями біології і агротехніки.

Різні поєднання факторів і інтенсивність їх прояву визначають набір технологічних операцій, що здійснюються різними засобами як в просторовому, так і часовому вимірах.

Характеристика технологій із різним рівнем інтенсифікації виробництва. За рівнем ресурсного забезпечення, використання засобів, шляхів виробництва, застосування ручної праці, технології в рослинництві умовно можна розділити на **примітивні** або **екстенсивні, індустриальні, інтенсивні** та **проміжні** або **інтегровані** тощо.

Виходячи із залежності урожайності від забезпеченості засобами інтенсифікації, доцільно орієнтувати розробку технологій на декілька рівнів інтенсифікації, якість яких залежить від біокліматичного потенціалу.

Продуктивність сільськогосподарських культур має залежність від багатьох факторів. Частина з них, такі, як температурний режим, сонячна радіація, **не регулюються людиною** у відкритому полі, але враховуються в практиці, шляхом вибору строків сівби, густоти стояння рослин, напрямку рядків і т.д. Інші фактори забезпечуються **виробничою діяльністю людини** — наявність вологи в ґрунті, забезпеченість рослин елементами живлення, сорт, якість насіння, захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів, регулювання росту, збирання врожаю.

Найвища продуктивність досягається при сукупності оптимальних умов росту і розвитку рослин. Випадання, навіть часткове, тільки одного з цих чинників, призводить до значного недобру продукції.

Сутність інтенсифікації землеробства, **інтенсивних технологій** полягає в наступному: розміщенні посівів по кращих попередниках в системі сівозмін; вирощуванні високоврожайних сортів інтенсивного типу з гарною якістю зерна; високому забезпеченні рослин елементами мінерального живлення, з урахуванням їх вмісту в ґрунті; дробному застосуванні азотних добрив в період вегетації, згідно даних ґрунтової

і рослинної діагностики; інтегрованій системі захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів; регулюванні зростання застосування ретардантів; своєчасне та якісне виконання всіх технологічних прийомів, спрямованих на захист ґрунтів від ерозії; накопиченні вологи; створенні сприятливих фізичних умов розвитку сільськогосподарських культур. Це досягається застосуванням технологічної колії, більш досконалих машин і пристроїв, їх ретельним регулюванням.

Високий рівень використання хімічних засобів, механізація і меліорація приводять до забруднення біосфери, засоленню ґрунтів, розвитку ерозійних процесів, збільшенню витрат на одиницю продукції, росту цін на засоби праці, дефіциту водних і енергетичних ресурсів. Ці витрати інтенсивної технології вирощування зернових знаходять висвітлення в зниженні приростів їхньої врожайності, що спостерігається в ряді розвинених країн. Тому, якщо базуватися тільки на існуючих технологіях, навряд чи можна сподіватися на одержання надалі більш високих приростів врожайності. Забезпечити необхідні темпи росту продуктивності зернових культур, дозволить лише перехід технології вирощування на якісно новий рівень. В умовах зниження на світовому ринку цін на зерно і зростання вимог до охорони навколишнього середовища, необхідне розширене застосування інтегрованих *ресурсозберігаючих технологій*.

Індустріальні, інтенсивні технології передбачають:

- 1) концентрацію енергетичних, матеріальних і фінансових вкладень на одиниці площі;
- 2) застосування ефективних засобів виробництва – нові сорти, гібриди, агрохімікати, машини і механізми;
- 3) використання більш ефективних технологічних процесів;
- 4) передових методів організації праці, новітніх досягнень науки і техніки.

Відпрацьовані на сьогодні і *енерго-* та *ресурсощадні технології* вирощування кукурудзи, що передбачають зменшення виробничих витрат, базуються вони на новітніх досягненнях науки і техніки, застосуванні науково-обґрунтованих і економічно-доцільних систем сівозмін, способів обробітку ґрунту, зменшенні доз добрив, використанні мульчі. Такі технології включають низку агротехнічних прийомів, спрямованих на підвищення теплопровідності, поліпшення температурного режиму та збільшення вологості верхнього шару ґрунту, що дозволяє висівати насіння раніше оптимальних строків.

При вирощуванні культури за **екологічно чистою енергозберігаючою технологією**, важливо максимально використати агротехнічні та біологічні заходи догляду за посівом. Потрібно, зокрема, добре очистити поля від бур'янів восени і навесні, застосувати (де можна) до і післясходові боронування, міжрядні обробітки з присипанням захисних смуг і підгортанням рослин. Технологічна схема передбачає також підбір сорту (гібриду), який слабо уражується шкідниками та хворобами, не вилягає тощо, а тому не потребує додаткових енергетичних затрат на пестициди, ретарданти та ін.

Екстенсивні технології орієнтовані на використання природної родючості ґрунтів, без застосування добрив та інших хімічних засобів або дуже обмежене їх застосування. **Екстенсивні (примітивні) технології передбачають:** 1) максимальне обмеження енергетичних, матеріальних і ресурсних вкладень; 2) відмову від застосування агрохімікатів; 3) максимальне обмеження застосування механізмів; 4) використання ручної праці, кінної тяги, екстенсивних сортів низьких репродукцій, частково органічних добрив.

Названі технології, порівняно з індустріальними, інтенсивними, забезпечують економію енергетичних, матеріальних, фінансових ресурсів та гарантоване одержання прибутку. **Недоліками цих технологій є:** 1) зниження продуктивності культур у 2-3 рази; 2) різко негативний баланс елементів живлення в системі "ґрунт-рослина", деградація ґрунтів, втрата родючості ґрунту; 3) значна залежність від факторів зовнішнього середовища.

Проміжні, або інтегровані технології передбачають: 1) обмеження енергетичних і ресурсних вкладень, порівняно з інтенсивними на 20-30%, максимальне використання адаптивного потенціалу агроєкосистем; 2) поєднання застосування як новітніх засобів виробництва, виробничих процесів, технічних засобів, шляхів регулювання родючості ґрунту, захисту культур від шкочинних об'єктів, так і біологічних методів, придатних для екстенсивних технологій, включаючи ручну працю.

Ресурсозберігаючі технології вирощування характеризуються комплексністю дії факторів інтенсифікації на продуктивність культур. Суть їх полягає в тому, що найвища ефективність досягається при комплексному застосуванні високоврожайних та перспективних сортів, поєднанні агротехнічних і хімічних методів боротьби з бур'янами, інкрустації насіння, проведенні в єдиному технологічному процесі підживлення мінеральними добривами та хімічному захисті від шкідників і хвороб, використанні побічної продукції та мінеральних

добрив, застосуванні штамів азотфіксуючих та фосфатмобілізуєчих бактерій відповідно до сорту для зернобобових культур, що забезпечує підвищення врожайності на 1,5-5,0 ц/га, зниження енергетичних і трудових затрат у два рази.

Особливостями таких технологій є: 1) підготовка ґрунту до посівного стану з осені, з внесенням органічних та мінеральних добрив, у залежності від типу і родючості ґрунтів та запланованого рівня врожайності з наступним коригуванням; 2) ранній посів; 3) глибина загортання насіння 2-4 см; 4) післяпосівне ущільнення ґрунту водоналивними котками; 5) збільшення оптимальної густоти стояння рослин на одиниці площі.

7.2. Інтенсивні технології вирощування зернових культур

Інтенсивні технології. Досить давно в теорії, а тепер вже й на практиці було зроблено кардинальний висновок, що немає іншого шляху вирішення продовольчої проблеми світу і будь-якого окремого його регіону, як інтенсифікація рослинництва. В умовах зростаючого науково-технічного потенціалу розвинутих країн досить швидко і обґрунтовано був знайдений, а тепер уже й реалізований, головний напрямок такої інтенсифікації – це інтенсивні технології вирощування всіх сільськогосподарських культур, у поєднанні та на фоні загальних прогресивних систем землеробства.

Рівень урожайності головних зернових культур світу – пшениці та рису, навіть у третіх країнах світу, подвоївся. У розвинутих країнах одержують урожай озимої пшениці 60-70 ц/га і більше. Але при цьому виявилася значна кількість обставин, що викликали значну тривогу не тільки у фахівців, але й усіх споживачів рослинницької продукції.

Інтенсивні технології спираються на використання сучасної техніки і жорстку експлуатацію обмежених чи непоновлюваних ресурсів продуктивності, локалізацію технічних заходів і зусиль на окремо взятих культурах при вузькій спеціалізації господарств. Але потрібно сказати, що ці принципи не враховували екологічний стан, при застосуванні цих технологій, основним завданням яких було збільшення виробництва продукції тієї чи іншої культури і рослинництва в цілому, за рахунок інтенсивних факторів.

При врахуванні екологічної нешкідливості інтенсифікації рослинництва та його інтенсивних технологій, по відношенню до всіх елементів навколишнього середовища, яким є ґрунт, з усіма його процесами життєдіяльності та максимальної продуктивності, були

запропоновані нові поняття інтенсивних технологій типу: біологічних, біологізованих, вологозберігаючих, ґрунтозахисних, ресурсозберігаючих, енергозберігаючих, матеріалонемістких, зональних, адаптивних тощо. Тому рослинництво має бути **інтенсивним** за рахунок найбільш повного використання унікальної здатності рослин до біологічної акумуляції **космічних** (сонячна радіація, клімат) **факторів продуктивності**, в поєднанні з такою ж самою ефективністю використання **геологічних** (ґрунт, водні ресурси) **факторів**. Тут мова може йти про інтенсивні агроєкосистеми зон чи регіонів, а в масштабах конкретних господарських формувань, де фактично і здійснюються інтенсивні технології, перш за все про **інтенсивні агроландшафти**. Одним з важливих аспектів підвищення реалізації біологічної продуктивності агроландшафтів є інтенсифікація рослинництва, в межах і на основі природозахисних систем землеробства з контурно-меліоративною організацією території повсюди, в тому числі й в основних рослинницьких районах України.

Зокрема в США, Німеччині, біологічне землеробство та рослинництво навіть при найкращих системах їх ведення менш продуктивні, ніж інтенсивні технології (на 25-30% і більше). Одержана при цьому продукція дорожча. До того ж, і за правильно застосованих інтенсивних технологій, з використанням оптимізованих хімічних заходів забезпечення продуктивності, є можливість підтримувати в основній продукції рослинництва вміст екологічно шкідливих речовин на рівні, що не перевищують методично обґрунтованих нормативів. З цього погляду біологічні системи землеробства та біологічні технології рослинництва можуть становити абсолютну альтернативу інтенсивним, хіба що стосовно продуктів дитячого харчування та елітарного попиту. Тому основним напрямом підвищення продуктивності рослинництва має стати поєднання найкращого, що є в надбаннях як в інтенсивних, так і в біологічних технологіях. Саме такий напрям одержав назву **біологізовані інтенсивні технології**.

Зернові культури можуть бути чи не найкращим модельним об'єктом висвітлення питань максимального використання всіх складових потенціалу інтенсивних технологій, у поєднанні з найширшою їх біологізацією як оптимального шляху зростання виробництва екологічно чистої продукції.

Науково обґрунтоване вирішення питання оптимізації умов та параметрів формування інтенсивних посівів зернових культур спирається на закон незамінності та рівнозначності факторів продуктивності рослин,

взаємодію цих факторів від простої до складносумарної (**синергетичної**). Максимально сприятливо і максимально повно повинні створюватися і використовуватися ті умови, фактори і параметри інтенсивних посівів, що за рахунок переважно природних дешевих і відновлюваних джерел забезпечують найвищий рівень продуктивності посівів, прийнятний рівень екологічної чистоти та споживчих якостей продукції, працюють на енергозбереження антропогенних за походженням енергоресурсів.

Через удосконалення структури посівів зернових культур у зонально-регіональних межах можна створити, а потім і реалізувати, найвищий біологічний потенціал зернового господарства в кожній зоні чи регіоні. Здійснити пошук найбільшої відповідності біологічних потреб та можливостей тієї чи іншої культури щодо агрокліматичних і ґрунтових умов (**адаптації**). Під впливом підвищеної уваги до інтенсифікації виробництва озимої пшениці, а в певній мірі й під впливом переважного забезпечення її інтенсивними сортами, вона поширилася в необґрунтованих масштабах в усіх зонах країни. В результаті значну частину зерна озимої пшениці використовують на корм худобі, хоч вона поступається за кормовою цінністю продукції інших зернових. Тому скорочення посівів озимої пшениці до оптимальних лише на задоволення харчових потреб дасть змогу значно розширити площі зернофуражних культур. Так, на Поліссі, це насамперед, стосується тритикале. Збільшення площ потребує також ячмінь, у тому числі озимий, на півдні республіки та в деяких західних лісостепових районах. Має зайняти належне місце в структурі зернового господарства і виробництво зерна кукурудзи, яке в країнах розвинутого тваринництва є основною складовою частиною високоенергетичних кормових раціонів.

За сучасних інтенсивних технологій та зростого потенціалу інтенсивних сортів цих культур, така заміна не призведе до зменшення валового виробництва зерна, а за рахунок більш якісної та відповідної до потреб тваринництва зерно кормової продукції в цілому може значно підвищити рівень інтенсифікації цієї галузі рослинництва.

На зонально-регіональному рівні потрібно здійснювати регулювання водного балансу територій (зрошення, осушення, залісення), меліоративного поліпшення не тільки природно кислих і засолених ґрунтів, але й тих, де тепер уже значно погіршилася їх родючість під впливом все більш кислих атмосферних опадів та науково необґрунтованого використання мінеральних добрив, шляхом застосування адаптованих вологозберігаючих та ґрунтозахисних систем землеробства.

Оптимізація основних природних умов формування високопродуктивних посівів зернових культур у ґрунтозахисних контурно-меліоративних системах землеробства, дає можливість підвищити виробництва зернових за показниками їх врожайності на 20-30%. Загальнооптимізаційні заходи цієї системи супроводжуються скороченням застосування хімічних засобів для інтенсивного вирощування зернових та інших культур і поліпшують екологічну чистоту продукції.

Загальний рівень біокліматичного потенціалу та його складові забезпечують досить високий рівень інтенсивного рослинництва.

Бездефіцитним практично для найвищого рівня інтенсифікації виробництва зернових є потенціал сонячної радіації як з точки зору теплового балансу, так і балансу фотосинтетично-активної радіації, а також нормального розвитку рослин. Лише на півдні та на південному сході України в значному дефіциті є вологозабезпечення, та й то на рівні зон так званого ризикованого землеробства, а не жорсткої посушливості. Ґрунти країни, навіть і при наявності природно менш родючих ґрунтів Полісся, західних та передгірних районів, в цілому забезпечують Україні місце серед найродючіших регіонів світу.

Проте все це лише передумови інтенсифікації. Самі ж її умови та наслідки їх реалізації створюються і здійснюються лише у відповідно сформованих посівах.

На біолого-рослинницькому та агротехнічно-технологічному рівнях формування інтенсивних посівів зернових культур передбачає оптимізацію досить широкого спектра умов, факторів і параметрів, що в сукупності та взаємодії можуть забезпечити високу продуктивність, у поєднанні з належним рівнем якості продукції.

У сучасному науковому забезпеченні обґрунтованим є розгляд і здійснення підходу до оптимізації умов формування інтенсивних посівів за допомогою концепції ідеального типу (**ідеатипу**) рослини та **ідеального типу посівів**. Концепція ідеатипу або синонімічно **ідеа-моделі** передбачає оптимізацію практично всіх умов та факторів інтенсифікацій продукційного процесу рослини та її біологічних (фізіологічних, біохімічних, біометричних) параметрів, що забезпечують їх повне використання і відтворення на рівні кінцевої продуктивності посіву (сукупності ідеальних рослин). Зрозуміло, що на практиці важко чи навіть неможливо в повній мірі створити і забезпечити функціонування саме ідеатипів рослин і посівів, але вже сам процес можливості наближення до них не може не стимулювати прагнення до цього.

В структурі створення і забезпечення ефективного функціонування ідеатипу посівів зернових культур найважливішою складовою є генетично обумовлений потенціал сорту з усіма його властивостями щодо продуктивності та можливостей використання умов інтенсивного продукційного процесу.

Потенціал продуктивності нових інтенсивних сортів, являючись біологічним за своєю природою, став також і чи не найголовнішим фактором біологізації рослинництва. Через ефект інтенсивних сортів здійснена так звана “зелена революція”, а зараз є можливість підтримувати продуктивність зернових культур і за неполивних умов вирощування на небачено високому раніше рівні. Завдяки виведенню та впровадженню у виробництво нових низькостеблових з міцною соломиною напівкарликових і карликових сортів, вдалося в значній мірі позбутися вилягання їх високопродуктивних посівів.

За даними досліджень і практичних результатів, чистий ефект оптимізації сортового складу зернових вже досягає 2-5 т/га, а врожайність понад 7 т/га, особливо за інтенсивних технологій їх вирощування, стала реальністю.

Зростаюча кількість та різноманітність адаптованих для різних зон інтенсивних сортів зернових культур, оптимізація інтенсивних посівів за сортовим складом стала не тільки бажаною, але й широко можливою. Так, зернове господарство України має нагоду використовувати понад 70 високопродуктивних сортів лише озимої пшениці. Це дає можливість у кожному господарстві вирощувати декілька аналогічних за рівнем продуктивності, але гетерогенних за реакцією на зміну погодних умов року та особливостей конкретного поля, сортів.

Є й новий і більш ефективний шлях поєднання продуктивності декількох чи багатьох сортів, зокрема міжсорткових сумішок зернових культур, особливо тих, що мають досить значний набір порівняно гетерогенних за основними властивостями та біологічно сумісних сортів.

В багатьох країнах з розвинутим рослинництвом діють нові засади щодо рекомендацій виробництву нових сортів, там на основі географічно широкої мережі сортовипробування складають детальні каталоги нових сортів з повним описом їх можливої ефективності, але без жорстких територіальних рекомендацій. У нашій вітчизняній практиці це теж здійснюється, але переважно за ініціативою господарників без офіційного визнання та без системного забезпечення насінням нових високопродуктивних конкурентоздатних сортів для такого використання.

Зрозуміло, що реалізація властивостей сортів, генетичного потенціалу продуктивності, можлива за рахунок правильного використання оптимальної густоти рослин, на одиниці площі та залежної від неї структури й ефективності фотосинтетичного асиміляційного апарату, щільності репродуктивних елементів.

Густота рослин є не тільки каркасом просторової побудови надземної частини посівів, а й їх кореневої системи. Тому дотримання оптимальної густоти стояння рослин дозволить забезпечити рівномірний доступ до речовин та енергетичних джерел ґрунтового й повітряного живлення, повне їх використання, що має важливе значення у зменшенні екологічної напруги, при впровадженні інтенсивних технологій.

З оптимізованою густотою рослин пов'язане і формування ефективного фотосинтетичного асиміляційного апарату. Як відомо, він визначається оптимальністю розмірів, швидкістю формування та тривалістю функціонування листової поверхні посіву. Від її просторової орієнтації як оптичної системи, насиченості хлорофілом, інтенсивності фотосинтезу, його продуктивності залежить повнота використання сонячної радіації.

Важливе значення в інтенсивних технологіях має мінеральне удобрення. Так, азотні добрива, сприяють оптимізації розмірів та ефективної діяльності листового асиміляційного апарату. Це, в свою чергу, забезпечує більш повну утилізацію елементів цих добрив у природних поживних сполуках основної продукції зернових та інших культур, нейтралізуючи екологічно шкідливе залишкове в ґрунті та надмірне нагромадження їх у рослинах.

Основним в оптимізації структури посівів та їх асиміляційного апарату є забезпечення більш високої ефективності фотосинтетично активної радіації (ФАР). Тому, що саме тут зосереджені значні та ще невикористані резерви підвищення продуктивності рослинництва, в поєднанні з його екологізацією навіть за найбільш ефективних сучасних інтенсивних технологій. При теоретично можливому рівні використання ФАР, що досягає 8-15%, середніми за врожайністю посівами зернових культур використовується лише до 1%, а за інтенсивних технологій – до 3-4%. Наприклад, у дослідях УкрНДІ землеробства при підвищенні за рахунок інтенсивних технологій урожаю зерна озимої пшениці (сорту Поліська 87) до 9,86 т/га коефіцієнт використання ФАР досяг 3,12%; озимого жита (Київське 86) до 8,08 т/га – 2,67, тритикале (Амфідиплоїд 60) до 8,42 т/га – 2,88%. Розрахунки показують, що підвищення коефіцієнта використання ФАР ще на 1,5-2% знаходиться

в межах можливостей потенціалу продуктивності вже існуючих сортів та інтенсивних технологій їх вирощування і відкриває шлях до перспективи підвищення врожайності зернових до 3,5 т/га.

Зрозуміло, що це потребує підвищення рівня та оптимізації режиму мінерального живлення, зокрема азотного. До того ж саме рівнем азотного живлення визначається більшість оптимізаційних параметрів інтенсивних посівів, а повнотою його використання з ґрунту та утилізації в урожаї – екологічність технологій і екологічна чистота продукції.

Особлива складність оптимізації азотного живлення зернових через те, що азот бере участь в різних формотворних та метаболічних процесах. Азот характеризується значною фізіологічною активністю по відношенню до рослин, так і підвищеною рухомістю в ґрунті, що призводить до вимивання його запасів. Крім того, значні запаси азоту в ґрунті є екологічно шкідливими. Тому, при розробці та впровадженні інтенсивних технологій, стало необхідним дозоване застосування азотних добрив, з прив'язкою до біометричних ознак росту та розвитку рослин, визначення часу найбільшої потреби в ньому, фактичного стану посівів та ходу продукційних процесів у конкретних і передбачуваних погодних умовах. До того ж було встановлено, що частина потреби в азотному живленні для формування більш високих показників якості зерна може бути задоволена безпосередньо за рахунок позакореневого живлення. Розрахунки загальної потреби в азоті на програмований урожай повинні проводитись з урахуванням на основі конкретних агрохімічних визначень надходження азоту з ґрунту. Уточнення доз внесення кожного разу здійснюється за результатами оперативно проведених ґрунтової та листової діагностики. Удосконаленню оптимізації азотного живлення сприяє і те, що тепер час потреби у підживленнях визначають уже не залежно від сукупного поняття фаз розвитку рослин, а за окремими етапами органогенезу.

В зв'язку з специфічною реакцією зернових, навіть на оптимізоване азотне живлення не завжди вдається збалансувати ростові процеси з репродуктивними, внаслідок чого інтенсивні посіви стають вегетативно обтяженими, нестійкими проти вилягання, тому вимагають застосування ретардантів. Під впливом ретардантів підвищуються площа листків, насичення їх хлорофілом і якість зерна. Тобто застосування ретардантів, крім спеціального призначення, виконує ще й загальні оптимізаційні функції підвищення продуктивності посівів. У зв'язку з ретельним дотриманням рекомендованих доз і строків їх застосування загрози екологічного забруднення практично не виникає.

Для реалізації потенційних можливостей сільськогосподарських культур, необхідне урахування конкретних умов зони (регіону), господарства та окремого поля, повномасштабне впровадження всіх агротехнічних засобів. Кожна культура і навіть сорт мають знайти своє відповідне місце – кращий чи, принаймні, рекомендований попередник у науково обґрунтованих сівозмінах, на основі їх зональної та мікрональної господарської спеціалізації. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозмінах є головним у забезпеченні та підтриманні фітосанітарного благополуччя полів та посівів, екологічно найчистішим заходом проти поширення бур'янів, шкідників і хвороб, джерелом збагачення корисної ґрунтової мікрофлори, органічних речовин ґрунту, збагачення його на азот, підтримання на оптимальному рівні загального балансу вологи в межах не тільки сівозміни, а й всього агроландшафту чи навіть агроєкосистеми.

В сівозміні, з дотриманням усіх ґрунтозахисних заходів, повинна здійснюватись на високому рівні система основного й передпосівного обробітку ґрунту з повним набором всіх її технологічних елементів та операцій, в залежності від попередника. Вона повинна включати рекомендоване поєднання глибокого й поверхневого обробітку, з урахуванням стану ґрунту та погодних умов. Її слід спрямовувати на відтворення і підтримання агрономічно цінної структури ґрунту, його щільності, вологозбереження, найповніше і найкраще загортання добрив та решток попередника.

Система удобрення повинна ґрунтуватися на розрахунках потреби проґрамованих урожаїв за кожним елементом живлення, з урахуванням ефективних запасів його в ґрунті, коефіцієнта використання, енергетичної дії, включати основне та стартове удобрення, підживлення. Фосфорні та калійні добрива розраховують і вносять переважно як основне удобрення. Доцільність основного внесення азотних добрив встановлюють за результатами аналізу ґрунту. При вмісті мінерального азоту в орному шарі понад 25 мг/кг ґрунту перед сівбою їх вносити не слід. Потрібно чітко, як це показано вище, орієнтуватися на роздрібнене їх застосування протягом вегетації. При розробці та здійсненні всієї системи удобрення в сівозмінах під зернові більше уваги, ніж під інші культури, слід приділяти використанню нових форм простих і складних добрив та їх промислових сумішок, розчинів, суспензій.

Для здійснення оптимізаційних параметрів посівів за показниками густоти рослин, польові культури треба сіяти в оптимальні строки за теплозабезпеченістю ґрунту і повітря, вологозабезпеченістю. Зрозуміло,

що велике значення при цьому має ретельна підготовка посівного шару ґрунту на точно задану глибину загортання насіння, технологічна наладка сівалок для рівномірного розподілу насіння на всій площі в рядку методами точного висіву.

Догляд за посівами включає, крім роздрібненого внесення азотних добрив, ще й заходи інтегрованого захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб і вилягання. На посівах кукурудзи до цієї системи включають окремо чи в поєднанні, із застосуванням пестицидів, міжрядний обробіток ґрунту. Особливо ретельно регульованими мають бути всі технологічні операції по застосуванню пестицидів. Для якісного їх здійснення, велике значення має організація суцільних посівів, з використанням рекомендованих схем створення технологічних колій. На посівах зернових треба застосовувати лише штангові широкозахватні сучасні обприскувачі, обладнані вітрозахисними пристосуваннями, дрібнокраплинними розпилювачами та відсікачами. Використання пестицидів в інтенсивних технологіях повинне бути забезпечено найсучаснішою технікою та організаційною базою, включаючи спеціалізовані сховища, розчинні механізовані пункти, безпечні засоби доставки робочих розчинів до польових агрегатів.

Велике значення має своєчасне та якісне проведення всього комплексу збиральних робіт. Спосіб та час збирання встановлюють за фазами досягання зернової маси.

Отже, впровадження інтенсивних технологій з елементами біологізації в рослинництві дозволить отримувати високі врожаї якісної екологічно чистої продукції. Необхідно сказати, що рівень реалізації продуктивності посівів залежить не тільки від генетичних складових, але й від повноти використання природних і агротехнічних факторів.

Якими б не були значними можливості оптимізації структури посівів і сортів, сам потенціал їх продуктивності, особливо рівень його реалізації, в значній мірі обмежується однобічністю фізіолого-біохімічних складових цього потенціалу, а також, що дуже важливо, неповнотою використання природних і агротехнічних факторів продуктивності. В цілому, все це призводить до меншої адаптивності окремо взятої культури чи сорту, різкого зниження їх продуктивності при погіршених погодних умовах, виникненні інших біотичних та абіотичних стресових ситуацій. У результаті посіви окремих культур чи сортів нездатні повністю використовувати можливості кожного окремого поля, їх продуктивність недостатньо стійка за роками вирощування. В зв'язку з цим в одновидових чи односортних посівах можуть швидко

поширюватися хвороби аж до рівня епіфітотій. Однотипність структури їх посівів, однобоке наповнення просторових об'ємів фітометричними елементами структури зменшують безпосередність контакту з джерелами живлення, вони нездатні до достатньо активного формування і використання елементів фітоклімату. Зіставлення цих недоліків, зведених до окремої культури чи сорту агроєкосистем, з життям і реакціями природних фітоєкосистем, породило свого часу ідею штучного створення спочатку багатовидових, а потім і багатосортних посівів сільськогосподарських культур, тобто ідею агрофітоценології.

В основу ідеї і практики агрофітоценології покладено бажання й можливість створення таких культурних посівів із різних видів культур, чи їх сортів, які мають свої особливості продукційного процесу та використання умов продуктивності, є більш врожайними, але ні біологічно, ні агротехнічно не викликають значних ускладнень щодо технології вирощування, а іноді і використання їх продукції. В зв'язку з тим, що при створенні агрофітоценозів залучаються лише фактори різнобічності біологічних особливостей різних культур та сортів, у тому числі і адаптаційних, ефект їх застосування, як тепер безперечно доведено в світовому рослинництві, є в чистому вигляді біологічним. Тобто тут створюється і реалізується один із найбільш екологічно чистих напрямків інтенсифікації рослинництва, яким є його біологізація.

Сьогодні теорія й практика формування ефективних агрофітоценозів доведена до рівня легкоздійснених відносно небагатьох, але добре обґрунтованих принципів. Основними з них є агрокліматична відповідність та адаптаційно різнобічна реакція культур (сортів), що залучаються до ценозів, певним умовам господарства (поля); достатній рівень гетерогенності всієї сукупності агробіологічних параметрів і властивостей культур (сортів), у поєднанні з їх біологічною й технологічною сумісністю; технологічна простота формування, вирощування і особливо збирання сумісних посівів; агроенергоекономічна доцільність і ефективність.

Ці принципи добре опрацьовані й втілені при формуванні кормових агрофітоценозів не тільки в лукопасовищному, але й в польовому кормовиробництві. Широко відомі в світовій практиці інтенсивного кормовиробництва дуже різноманітні й ефективні злаково-бобові сумішки, зокрема кукурудзи з соєю, кормовими бобами, кормовими люпинами та ін. Відомі також міжвидові сумішки зернобобових (люпинів з горохом, соєю, сераделою, кормовими бобами тощо).

Зрозуміло, що можливості міжвидових агрофітоценозів виключно колосових культур обмежуються недосить широким спектром їх біологічної та особливо фітометричної сумісності, харчового й кормового використання. Через це ефективнішим у зерновому господарстві є напрямок формування агрофітоценозів на основі гетерогенних сортів однієї і тієї ж культури, бо тут зразу ж відпадає проблема міжвидової сумісності й посилюється ефект сортового взаємодоповнення. Наразі в дослідях, і на практиці переважають розробки з питань міжсорткової агрофітоценології.

За літературними джерелами, в більшості зарубіжних країн при формуванні міжсорткових агрофітоценозів зернових культур, переважно орієнтуються до підвищення стійкості проти найбільш поширених хвороб та вилягання. Інші фактори тут ретельно не вивчають. Такий напрямок хоч сам по собі й недостатній, проте чи не найбільш ефективний з точки зору екологізації рослинництва в розвинутих країнах Заходу, де раніше і гостріше постали питання екологічної кризи, як наслідку швидкого науково-технічного прогресу та індустріалізації.

Неминуче виникають питання щодо принципів міжсорткової агрофітоценології основної хлібної культури – озимої пшениці. Зараз, вже саме на сортосумішках озимої пшениці, нагромаджено найглибші науково-експериментальні розробки, а в нашій країні та в деяких інших вони набувають практичного застосування.

Вчені також звернули увагу на нові можливості міжсорткових агрофітоценозів озимої пшениці, в зв'язку з появою значної кількості її нових сортів з дуже широким спектром морфологічної й екологічної гетерогенності. Досліди з відпрацюванням принципів формування міжсорткових сумішок нових сортів озимої пшениці розпочаті з 1982 р. За цей час вивчені всі основні фактори підвищення продуктивності, що виникають у науково обґрунтованих сортосумішках, розроблена методологія підбору придатних для них сортів, із залученням всього їх генофонду республіки, технологія формування і загальна модель таких посівів, як, по суті, нових синтетичних сортів-популяцій з високим адаптивним та агроенергоекономічним ефектом.

В основу цієї моделі покладено створення багаторусного посіву, за рахунок використання двох чи трьох сортів-компонентів, що значно відрізняються за висотою рослин.

У міжсорткових агрофітоценозах чи не найповніше реалізується фітометричний потенціал кожного з сортів-компонентів щодо їх індивідуального і сукупного для посіву асиміляційного апарату,

поліпшення його просторової структури та оптичних властивостей, значно, але в межах оптимізовано-ефективної норми, збільшується площа листової поверхні посіву, забезпечується пошарове її розміщення, підвищується насиченість просторового обсягу посіву в цілому хлорофілом, які й забезпечують більш повний контакт сприйняття та перетворення енергії ФАР. За багаторічними даними, коефіцієнт використання ФАР у кращих із досліджених сумішок зростає на 10-15%. Цьому сприяє й те, що в сумішках раніше створюється оптимальний асиміляційний апарат, подовжується час його активного функціонування. Із гетерогенністю структури посіву та підвищенням його насичення елементами морфоструктури рослин тісно пов'язане поліпшення фітоклімату та його окремих складових.

Особливо ж велике значення має значне підвищення стійкості проти хвороб та вилягання. Наприклад, ураження рослин у сумішках такою найпоширенішою для озимої пшениці хворобою, як кореневі гнилі, зменшувалося на 8-24,5%. Вилягання в сумішках або зовсім не виникало, або зменшувалося на 2-3 бали. Зростання стійкості проти хвороб та вилягання, крім іншого, зменшує пестицидне навантаження інтенсивних технологій і відповідно сприяє одержанню екологічно чистої продукції.

В цілому, застосування науково обґрунтованих міжсортних агрофітоценозів озимої пшениці, забезпечує щорічні прирости врожаю зерна по відношенню до чистих посівів у середньому на 3-8 ц/га, зростання його стійкості по роках вирощування; на 2-3% підвищувався вміст сирої клейковини, поліпшувалися показники хлібопекарних якостей. У сумішках зростав на 13-15% коефіцієнт енергоекономічної ефективності інтенсивних технологій вирощування озимої пшениці.

Отже, весь сукупний ефект агрофітоценології та розглянутих міжсортних агрофітоценозів озимої пшениці за своєю природою є біологізаційним заходом без будь-яких екологічних застережень і може легко реалізуватись у інтенсивних технологіях, значно зменшуючи їх пестицидне навантаження. Щодо біологічних технологій рослинництва, то агрофітоценологія має стати їх досить ефективною складовою.

Щоб ефективно забезпечувався викладений вище комплекс оптимізаційних заходів по формуванню і створенню умов для високопродуктивних посівів, необхідно постійно здійснювати систему цілеспрямованих контрольних, регулюючих і корегуючих дій. Все це, як і сама оптимізація в розумінні її цілей і дій, є, як відомо, складовими систем управління. Фактично і в теорії, і на практиці в сучасних інтенсивних

технологіях рослинництва розробляють та впроваджують відповідні системи управління продуктивністю рослин і посівів. У літературних джерелах і агрономічній практиці такі системи відомі в термінологічному визначенні, як системи біологічного, агробіологічного чи агробіотехнологічного контролю.

Під біологічним контролем розуміють систему одержання інформації про посіви, хід формування окремих елементів врожаю, несприятливі чи сприятливі фактори, що впливають на процеси формування врожаю, та про кількісну і якісну оцінку його структури. Біологічний контроль включає визначення фаз розвитку рослин, фітосанітарного стану посівів, їх забур'яненість; агрохімічний аналіз ґрунту і тканин рослин, з метою своєчасного виявлення та ліквідації дефіциту елементів живлення. Для здійснення біологічного контролю, розроблені технологічні блокноти агронома й технологічні карти ділянок поля, що дають змогу агрономам планувати технологію вирощування тієї чи іншої культури за сучасними принципами, вести облік показників формування врожаю і на їх основі приймати рішення про проведення відповідних агротехнічних заходів. Дані таких карт обробляють на ЕОМ певних господарських формувань і поступово створюють спочатку автоматизовану базу, а потім і систему управління в рослинництві. Багаторічні дані таких автоматизованих систем, в узгодженні з певними факторами інтенсивних технологій, стають нормативною базою, по відношенню до якої і ведуть усі наступні оцінки фактичних спостережень та їх вплив на керований у такий спосіб урожай відповідної культури.

Тепер у світовій і вітчизняній практиці всі рекомендовані виробництву, інтенсивні технології вирощування культур обов'язково супроводжують конкретними системами біологічного (агробіологічного) контролю, до якого включають детальний опис ознак посіву, ґрунту та інших елементів середовища, як об'єктів спостереження, можливий список оптимізаційних заходів, приведення цих показників до планових нормативів.

Така система, зокрема для зернових культур, добре опрацьована і широко впроваджена в господарствах України. В ній передбачена перевірка та облік якості насіння, його протруювання; передпосівного режиму ґрунту, якість його підготовки і проведення сівби.

Критерієм оцінки стану посівів на I-IV етапах органогенезу є визначення густоти сходів, інтенсивності кущіння, фаз розвитку рослин. Встановлюють доцільність, дози і строки азотного підживлення,

потребу та кількість обробок відповідними пестицидами при забур'яненості посівів, ураженості хворобами і пошкодженні шкідниками, враховуючи економічні пороги їх шкідливості. Взимку проводять обстеження озимих зернових культур прискореними методами або відбором монолітів і за життєздатністю рослин розраховують ймовірність пошкодження посівів від вимерзання, льодової кірки, вимокання, випрівання тощо. Про стан посівів можна судити також за величиною конуса наростання і візуальною його оцінкою: у живих рослин він білий з зеленуватим відтінком, тургорний; у пошкоджених – мутний або жовто-білий; у загиблих – коричневий. У нормально розвинутих рослин озимої пшениці довжина його становить 0,4, озимого жита – 0,6 мм.

В кінці III етапу органогенезу, за густотою та інтенсивністю кущіння рослин, часом відновлення весняної вегетації озимих зернових культур, уточнюють дози і строки внесення ретардантів, для запобігання вилягання посівів. За допомогою ретардантів, у свою чергу, регулюють густоту продуктивного стеблостою, як одного із найбільш важливих елементів продуктивності зернових.

На IV, V і VI етапах органогенезу визначають потенційну продуктивність, на основі результатів контролю за формуванням колосків і квіток у колосі, а на X і XI етапах здійснюють контроль за реалізацією потенційної та фактичної продуктивності. Найбільш ефективним методом управління розвитком елементів продуктивності зернових є підживлення азотом. Підбираючи дози і строки його внесення, можна регулювати інтенсивність кущіння рослин, поліпшити формування елементів колосу, зменшити редукцію стебел і підвищити якість зерна.

Ефективність агробіологічного контролю залежить від можливості корегувати розвиток рослин, що забезпечує максимально повне використання продуктивності високоінтенсивних сортів і ресурсного потенціалу.

Останнім часом, у цій та інших системах біологічного контролю, в зв'язку з загостренням екологічних проблем у сільському господарстві та підвищенням вимог до екологічної чистоти продукції рослинництва, все більшого значення набувають заходи більш суворого контролю за правильним застосуванням добрив і пестицидів, їх залишковим вмістом в усіх елементах основної і побічної продукції. До системи цього контролю залучають і спостереження за впливом хімічних засобів інтенсивних технологій на біологію ґрунтів, інші елементи навколишнього середовища. З цієї точки зору, чи не найважливішим є доведення діючих та тих, що розробляються, систем біологічного контролю до рівня екологічного моніторингу.

Комплексне використання засобів хімізації (мінеральні добрива і пестициди), є основою інтенсифікації вирощування зернових культур. Їх пряма дія і взаємодія на ріст та розвиток рослин, сприяє формуванню високого врожаю та поліпшенню якості зерна. Ефективність добрив, як відомо, пов'язана з дотриманням оптимальних доз, строків і способу внесення, попередника, родючості ґрунту, погодних умов тощо. Відомо, що на всіх ґрунтах злакові культури потребують внесення азоту, фосфору і калію, але в різних дозах і співвідношеннях.

Численними дослідженнями встановлено, що при вирощуванні озимих зернових культур за інтенсивними технологіями, більш високу продуктивність та якість зерна одержують при внесенні фосфорних і калійних добрив до сівби, азотних – роздільно за етапами органогенезу рослин на основі результатів агробіологічного контролю.

Віддача добрив значно підвищується при інтегрованому захисті посівів від бур'янів, хвороб, шкідників і вилягання: в середньому максимальний приріст урожаю зерна озимих культур від повного удобрення, роздільного внесення азоту і традиційного захисту, що включає лише протруєння насіння і внесення гербіциду, становив 12,9 ц/га при загальному рівні врожаю 45-62 ц/га, а на фоні інтегрованого захисту – 16 ц/га при врожаї 53-70 ц/га. Середній приріст від захисту рослин для кращого варіанту удобрення був 7,3 ц/га, а від комплексного використання засобів хімізації – 20,4 ц/га.

Підвищення продуктивності озимих культур при інтенсивних технологіях вирощування є результатом як прямої дії, так і взаємодії факторів інтенсифікації – підготовки ґрунту, норми висіву, строків сівби, глибини загортання насіння та ін.

Порівняно висока частка зернових (близько 50%) у структурі посівних площ, у поєднанні з необґрунтованим в природоохоронному відношенні розорюванням сільськогосподарських угідь, обумовила в останні десятиріччя істотні фітосанітарні зміни в біо- та агроценозах. Порушена рівновага між корисними і шкідливими видами. Як наслідок, останнім часом спостерігається збільшення кількості хлібної жужелиці, злакових мух, опомізи. Зростає поширення збудників корневих гнилей, борошнистої роси, септоріозу і фузаріозу колоса.

Безумовно, що в останні роки поширенню шкідників та хвороб сприяла і зміна погодних умов, у напрямку потепління й збільшення опадів у весняно-літній період. В таких умовах інтегрований захист рослин не може бути виключеним із технології, а, навпаки, значення його зростає як фактора оптимізації умов одержання високих урожаїв.

При цьому, основними критеріями використання пестицидів, повинні бути економічні пороги шкідливості бур'янів, шкідників і хвороб та екологічна безпека.

Комплексне застосування засобів хімізації на посівах зернових колосових культур забезпечує стабільний високий приріст урожаю. Так, на темно-сірих лісових ґрунтах приріст урожаю становив 15,6-16,7 ц/га зерна озимої пшениці, 25,9 жита і 31,2 ц/га тритикале; на Поліссі на дерново-підзолистих ґрунтах відповідно 13,6-14,2; 14,4-15,4; 18,5 ц/га. Рівень ефективності окремих факторів, що входять до комплексу засобів хімізації (добрива, пестициди, ретарданти), змінюється залежно від умов проведення дослідів: родючості ґрунту, погодних умов, попередника, сорту тощо.

Так, при розміщенні озимої пшениці на окультурених ґрунтах після гороху і конюшини, урожай від комплексного застосування засобів хімізації підвищується, насамперед, за рахунок інтегрованого захисту. В таких умовах, внесення добрив, особливо азотних, сприяє інтенсивному кущінню і формуванню щільного стеблостою з високим потенціалом продуктивності посіву. Але, в окремі роки, через раннє вилягання, його реалізація буває навіть нижчою порівняно з неудобреними варіантами, на яких рослини були менше уражені хворобами і сформували більш виповнене зерно.

При розміщенні посівів озимої пшениці після кукурудзи, спостерігається рівнозначність у дії факторів інтенсифікації на формування врожаю.

Дослідження показали, що за допомогою регулювання азотного живлення і систем захисту рослин від шкідливих організмів та вилягання, можна істотно поліпшити якість зерна, зокрема підвищити вміст сирого білка, і клейковини, в зерні колосових культур.

Так, при роздрібненому внесенні азоту (з обов'язковим підживленням у фазі колосіння) та інтегрованому захисті рослин вміст білка в зерні сорту Поліська 70, порівняно з базовою технологією, збільшився на 0,9% і клейковини на 1,1%; сорту Поліська 87 відповідно на 1 і 1,8; Щедра Полісся – на 2,8 і 2,2; Миронівська 61 – на 1,2 і 1,7; Донська напівкарликова – на 0,9 і 3,2 (при загальному рівні вмісту білка і клейковини на базовій технології у середньому по роках 11,9 і 25%, на інтенсивній відповідно 13,1 і 28 %).

Кращі моделі технологій у сприятливих за погодними умовами роки забезпечують одержання високих урожаїв, у тому числі й сильних пшениць (Одеська 51, Миронівська 808), але зерно далеко не за всіма параметрами відповідає сильним пшеницям.

Наведені результати свідчать, що незважаючи на позитивну дію інтенсивних факторів на кількісну ознаку якості зерна (вміст білка та клейковини), в умовах проведення досліджень не одержано зерна, що відповідало б сильним пшеницям, але виявлена можливість (і вона вже широко реалізується у виробництві) одержувати високі врожаї цінної пшениці в умовах північного Лісостепу і навіть Полісся.

Для повної характеристики технології вирощування зернових культур, крім розглянутих вище показників, не менш важливе, а в окремих випадках і вирішальне значення має біологічний стан ґрунту та санітарно-гігієнічна оцінка факторів ризику для здоров'я людей, при застосуванні мінеральних добрив, пестицидів і ретардантів.

Всебічні дослідження в цьому плані свідчать, що науково обґрунтоване застосування засобів хімізації не створює загрози екологічній безпеці.

Так, вивчення чисельності та біомаси ґрунтової мікрофлори методом прямого мікроскопіювання, що відображає закономірність розвитку всієї сукупності мікроорганізмів у ґрунті, виявило навіть збільшення чисельності й продуктивності мікрофлори при інтенсивній технології вирощування озимої пшениці, що вимагає, порівняно з іншими культурами, високого рівня застосування засобів хімізації. Найбільша чисельність мікроорганізмів та розміри біомаси виявлені при органо-мінеральній (побічна продукція попередника + післядія гною – $P_{110}K_{180} + N_{30}II + N_{60}IV + N_{30}VII$) та мінеральній системах удобрення.

Мікробна маса в умовах досліду була суттєвою частиною в складі органічних сполук: 0,4-1,9% маси ґрунту без захисту та 0,7-1,9% при інтегрованому захисті. В перерахунку на 1 т орного шару ґрунту це становило 10-71 т, а на суху речовину – 2-10 т.

Встановлено, що висока продуктивність мікроорганізмів у ґрунті при таких системах удобрення створюється за рахунок діяльності мікроорганізмів-мінералізаторів органічних сполук, зокрема амоніфікаторів, актиноміцетів та оліготрофів. Внесення мінеральних добрив сприяло більш активному проходженню гуміфікації порівняно з варіантом, де добрива не вносили. Це стверджується на підставі проведення радіовуглецевого методу визначення коефіцієнтів гуміфікації (Кг), величина якого була на 10-31% вищою в орному шарі ґрунту. Спостерігалася також тенденція до збільшення інтенсивності розкладу рослинної маси у варіантах з традиційною системою захисту рослин (протруєння насіння і внесення гербіцидів).

Посиленню гуміфікаційних процесів сприяло внесення в сівозмініною та рослинних решток гороху – попередника озимої пшениці: коефіцієнт гуміфікації на 40-64% перевищував контрольний варіант. З підвищенням дози мінеральних добрив від $N_{120}P_{90}K_{90}$ до $N_{180}P_{110}K_{180}$ гуміфікація дещо послаблювалась, але підвищувалася мінералізація.

В усіх варіантах, де вносили добрива під озиму пшеницю, більш високою була протеазна і целюлозна активність. При цьому жодна із систем удобрення не викликала пригнічення ґрунтової мікрофлори, що свідчить про відсутність надпорогового забруднення ґрунту. На ферментативну активність ґрунту в значній мірі впливала система захисту рослин. Так, каталазна його активність у 58% випадків істотно збільшувалася при інтенсивному захисті, в 17% була нижчою, а в 25% випадків однаковою з традиційною системою захисту. Аналогічні результати одержано і по активності протеази (Е.Г. Дегодюк, 1992).

Однією із важливих властивостей мікробної системи ґрунту є ступінь стійкості проти впливу мінеральних добрив. Його кількісним вираженням може бути величина зони гомеостазу – діапазону доз добрив, при яких зберігається незмінність складу та структури ініційованих мікробних угруповань. Амілолітичне групування мікроорганізмів показало, що внесення на темно-сірому лісовому ґрунті азотних добрив у дозах до 180 кг/га не впливає на структуру і склад ініційованого мікробного угруповання.

Це свідчить, що вирощування зернових культур за інтенсивною технологією не призводило до негативних змін мікробної системи ґрунту. Разом з тим, слід зауважити, що внесення повного мінерального добрива стимулювало розвиток деяких видів грибів пеніцилів, відомих як токсиноутворювачі.

Для гігієнічної оцінки технологій вирощування зернових культур, зокрема для обґрунтування граничних доз внесення азотних добрив, велике значення мають кількісні закономірності утворення нітратів у ґрунті та їх транслокація в рослини. З цього приводу існує ряд думок. З одного боку, мінерального азоту в зерні взагалі не може бути, а з другого, навпаки, він становить значну частину. В зв'язку з цим існує гранично допустимий рівень (300 мг/кг NO_3) його вмісту. Мабуть, ця розбіжність зумовлена тим, що зараз немає надійних методик їх визначення. Підвищений вміст білка і вуглеводів у зерні може бути хибним результатом аналізу за існуючими методиками в бік їх збільшення.

Мінеральний азот, що міститься в зерні, можливо, знаходиться у важкодоступній для метаболізму рослин формі, що нагромаджується в периферійному шарі в процесі його формування. Цілком можливо, що після очистки борошна від висівок вміст нітратів значно зменшується, а це значить, що вони не створюють загрози при використанні зерна, вирощеного на фонах високих доз азотних добрив.

Є підстава вважати, що зерно при внесенні добрив, і особливо в поєднанні з захистом рослин, сформовано з більш високими поживними якостями і, насамперед, з більшим вмістом білка. Про екологічну безпечність продукції, вирощеної за інтенсивною технологією, свідчать і результати визначення залишкового вмісту пестицидів у зерні – інтенсивне застосування пестицидів і ретардантів (3-7-разовий обробіток посівів) не вплинули негативно на гігієнічні показники якості зерна озимої пшениці, жита, тритикале, ячменю і вівса: залишкового вмісту препаратів, що вносилися, або не виявлено зовсім, або вони знаходилися в допустимих межах. Останнє стосується фундазолу, залишки якого, можливо, пов'язані з внесенням його в більш пізні фази розвитку (X етап органогенезу) проти фузаріозу колоса.

Безумовно, наведені приклади не можна розглядати однозначно: екологічна безпека повинна бути гарантована в умовах інтенсивного застосування засобів хімізації. У той же час вони свідчать і про можливість одержання високих урожаїв з хорошою якістю зерна, що найбільше відповідає потребам сьогодення.

Таким чином, удосконалення інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур і розширення площі їх впровадження, безумовно, залишається магістральним напрямком науково-технічного прогресу галузі рослинництва як на найближчі роки, так і на більш далеку перспективу. При цьому науково-дослідна робота повинна бути спрямована на розробку моделей нового покоління – екологічно чистих, енергетично- і економічно обґрунтованих технологій вирощування стійких проти патогенів високопродуктивних сортів і гібридів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке технологія вирощування сільськогосподарських культур?
2. Характеристика технологій із різним рівнем інтенсифікації виробництва.
3. Вкажіть основні елементи інтегрованої технології вирощування зернових культур.

4. Вкажіть основні елементи інтенсивної технології вирощування зернових культур.

5. Вкажіть основні елементи екстенсивної технології вирощування зернових культур.

6. Вкажіть переваги і недоліки використання екстенсивних технологій вирощування польових культур.

7. Особливості застосування ресурсозберігаючих технологій вирощування.

8. Що таке ідеатип та ідеамодель посіву?

9. Переваги та недоліки використання ідеатипів.

10. Охарактеризуйте вплив системи догляду за рослинами в інтенсивних технологіях на екосистеми.

РОЗДІЛ 8. БІОЛОГІЗАЦІЯ РОСЛИННИЦТВА

8.1. Адаптивна стратегія інтенсифікації стійких агроєкосистем

Сучасне сільськогосподарське виробництво орієнтоване на отримання максимальних обсягів товарної продукції в агроєкосистемах, продуктивність яких значною мірою залежить, як від освоєння природно-ресурсного потенціалу, так і від рівня технічного озброєння: застосування добрив і засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, проведення меліоративних робіт, впровадження нових сортів, системи обробітку ґрунту тощо. Проте численні факти негативних наслідків, зумовлених суто технологічним підходом до інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, сучасна екологічна ситуація в низці країн почала викликати тривогу, що започаткувало рух за **альтернативне землеробство**, синонімом якого є **екологічне землеробство** (близькі до нього або тотожні поняття "органічне", "природне", "неортодоксальне" тощо). Воно ґрунтується на суворому дотриманні наукових рекомендацій щодо освоєння природно-ресурсного потенціалу сільськогосподарських угідь і помірнішому використанні чинників інтенсифікації, з метою зменшення техногенного навантаження на агроєкосистеми, а також збереження функціональних компонентів динамічної рівноваги, з яких вони складаються.

Адаптивне рослинництво – це новий перспективний етап розвитку рослинництва, в якому використано адаптивний потенціал усіх біологічних компонентів агроєкосистеми для забезпечення високого рівня утилізації сонячної енергії та інших відновлювальних ресурсів природного середовища в інтересах людини. **Альтернативне (біологічне) землеробство** – це концепція, в основу якої покладено повну або часткову відмову від синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту і кормових добавок. Комплекс екологічних і агротехнічних заходів базується на суворому дотриманні науково обґрунтованої структури сільськогосподарських угідь, сівозмін, насичених бобовими культурами, збереженні рослинних решток, широкому застосуванню гною, компостів і сидератів, проведенні механічного обробітку ґрунту.

Адаптація – це сукупність пристосувань, реакцій живої системи (організму, популяції, виду, біоценозу), спрямованих на підтримання функціональної стабільності при зміні умов зовнішнього середовища, а також сумісного співіснування компонентів в екосистемах певного виду. **Адаптивна здатність агроєкосистеми** визначається саме її пристосованістю до змін умов середовища.

Природничою базою і проблемно-орієнтовним напрямом адаптації агроєкосистем у ринкових умовах є застосування економічних механізмів, як передумови практичної реалізації концепції адаптивного землеробства (табл. 40).

40. Порівняльні результати економічної діяльності господарств Німеччини, що ведуть екологічне і традиційне землеробство (О.Ф. Смаглій, 2006)

Показник	Екологічне землеробство	Традиційне (сучасне землеробство)
Робоча сила, кількість робітників у господарстві, люд.-год.	1,92	1,60
Частка зернових культур, %	57,6	63,5
Частка кормових культур, %	26,0	9,2
Кількість тварин на 100 га сільськогосподарських угідь, шт.	97,2	113,6
у тому числі ВРХ	38,4	50,6
Врожайність, ц/га		
озимої пшениці	36,9	58,7
озимого жита	28,2	46,0
картоплі	161,0	289,0
Надої молока, кг/корову	3881	4683
Закупівельні ціни, євро/ц		
пшениця	102,6	32,9
жито	94,4	31,8
картопля	59,9	19,2
молоко (за 100 кг)	71,2	65,2
Валовий прибуток господарства, євро/га сільськогосподарських угідь, у тім числі в	4728	4100
рослинництві	1177	625
тваринництві	2190	2584
Затрати в господарствах, євро/га сільськогосподарських угідь, у тім числі на	3408	3010
добрива	43	236
засоби захисту рослин	10	96
закупівлю тварин	114	136
закупівлю кормів	200	301
Зарплату	324	103
Прибуток з розрахунку на одне господарство, євро	1321	1152
Загальний прибуток, євро	464311	42676

Біологічне землеробство базується на: 1) переведенні азоту повітря в рослинний білок, що здійснюється за участю бобових культур, специфічних бактерій ґрунту або ціанофітів, а не шляхом хемосинтезу азотних добрив; 2) розпушенні та оструктуренні ґрунту, що здійснюється коренями рослин, дрібними ґрунтовими тваринами і мікроорганізмами, а не за допомогою знарядь і механізмів при великих затратах енергії; 3) боротьбі з бур'янами, хворобами, шкідниками, що ведеться в основному біологічним шляхом – правильним чергуванням культур у сівозміні, вибором видів і сортів, відповідно до конкретних умов, активуванням природних ворогів шкідників, а не за рахунок застосування хімічних засобів захисту рослин (біоцидів).

Біологічне землеробство, як і традиційне, вимагає: 1) внесення мінеральних добрив, без яких можливе зниження величини та якості врожаїв; 2) застосування пестицидів для запобігання епіфітотіям або масовому розмноженню комах.

Особливостями біологічного (альтернативного) землеробства є:

1. Підживлювати слід не рослини, а корисні мікроорганізми, які забезпечують переробку рослинних решток і матеріалів на поживні речовини і гумус.

Головну роль у забезпеченні ґрунтової мікрофлори енергетичним матеріалом і в постачанні рослинам поживних речовин виконують органічні добрива, зокрема гній. Використання компостів передбачено усіма різновидами системи біологічного землеробства, деякі з них допускають застосування гною тільки в компостованому вигляді. Найсприятливішою для компостування вважають сировину, яка містить не менш як 50% органічної речовини (у перерахунку на суху масу), подрібнена на часточки 10-30 мм, вологістю 55-80%, з рН 5,5-9,0 і співвідношенням C:N у межах 20-35. У компост рекомендовано вносити різні добавки – додаткові (сирі фосфати, базальтовий пил, рогове борошно тощо) і стимулювальні (культури бактерій і грибів).

Обов'язковим або бажаним є використання сидератів, хоча через економічні чи кліматичні умови це не завжди можливо.

Допускається використання як додаткового джерела мінерального живлення базальтового, доломітового, вапнякового і кісткового борошна, томасшлаку, каліймагнезії, інших матеріалів. Однак, забезпечення рослин елементами живлення без внесення мінеральних добрив, багато спеціалістів вважають проблематичним.

2. Сівозміна відіграє провідну роль, тоді як у традиційному землеробстві – допоміжну. Недоцільним є вирощування у сівозміні культур, які особливо вимогливі до забезпечення елементами живлення. Велику увагу приділяють бобовим культурам.

3. Обробіток ґрунту рекомендується проводити переважно без перевертання скиби і на невелику глибину. Заробляння рослинних решток і органічних добрив у верхній шар сприяє утворенню ґрунту, багатого на мікроорганізми і дощові черв'яки. Неглибока оранка (до 15-20 см) допускається лише тоді, коли цього не можна уникнути. Одно-стайної думки щодо цього немає. Вчені висловлюють побоювання, що постійний мілкий, безполицевий обробіток може зумовити диференціацію ґрунту, збіднення його нижньої частини, ущільнення, погіршення фітосанітарного стану.

4. Основною умовою успішної боротьби з бур'янами є дотримання правильної сівозміни і системи обробітку ґрунту в ній. Вживають такі **превентивні заходи**: затримання сівби, для знищення сходів бур'янів боронуванням; очищення насіння; збільшення норми висіву; вирощування сидеральних культур, які пригнічують бур'яни. Виведення нових сортів, здатних конкурувати з бур'янами.

5. У боротьбі з шкідниками і хворобами перевага надається превентивним заходам: сівозміні, сорту, обробітку ґрунту. Перспективним вважають використання комах, збудників хвороб, нематод.

Важливу роль відіграє увесь комплекс умов для росту і розвитку рослин, що підвищує стійкість посівів до шкідників і хвороб, зокрема застосування змішаних посівів. З інсектицидів рекомендовано мікробні препарати, рослинні інсектициди, ефірні олії, мило тощо. Як фунгіциди застосовують сірку, бордовську рідину, вапно. Доцільно використовувати так звані захисні рослини, які відлякують шкідників.

6. При веденні біологічного землеробства перевагу надають культурам, більш конкурентоздатним щодо бур'янів, менш чутливим до хвороб і шкідників і не дуже вимогливим до забезпечення поживними речовинами. Для умов біологічного землеробства необхідні особливі сорти.

8.2. Основні різновиди біологічного землеробства

Поняття "біологічне землеробство" включає кілька систем, між якими не завжди можна провести чітку межу: органічне, органо-біологічне, біодинамічне, система ANOG, система LISA.

Сучасна їжа не гарантує здоров'я, тому замість генетичного потенціалу тривалості життя людини 120...140 років середній вік життя складає 50-60 років. Одним із основних резервів вирішення даної проблеми є органічне землеробство.

Розвиток органічного землеробства починається із 1970 року із минулого століття, із збільшенням до 20-25%.

Органічне землеробство найбільш поширене у США. При його веденні виключається або істотно зменшується застосування мінеральних добрив і пестицидів. Прийоми органічного землеробства забезпечують раціональне використання природних ресурсів, мінімальне зниження (а в окремих випадках і підвищення) врожайності кукурудзи та сої за несприятливих природно-кліматичних умов. Обов'язковим є дотримання сівозмін із чергуванням у них бобових культур з культурами, які характеризуються високою потребою в азоті.

Органічне землеробство – це система виробництва сільськогосподарської продукції, яка забороняє або значно обмежує використання синтетичних комбінованих добрив, пестицидів, регуляторів росту та харчових добавок до кормів під час відгодівлі тварин. **Така система базується:** на сівозмінах, використанні рослинних решток, гною та компостів, бобових рослин і рослинних добрив органічних відходів виробництва, мінеральної сировини та на механічному обробітку ґрунтів і біологічних засобах боротьби із шкідниками для підвищення родючості й покращання структури ґрунтів, а також повну відмову від ГМО.

Ґрунт обробляють переважно без перевертання скиби (дискування, чизельні і плоскорізнні обробітки, щілювання). Боротьбу з бур'янами ведуть як за допомогою культур, розміщених у сівозмінах, так і проміжних культур, ущільнених посівів, покривних культур. Від шкідників рослини захищають ентомофаги: сонечка, трихограма, хижі кліщі (фітосейулюс), а також біопрепарати. Проти колорадського жука застосовують грибний препарат боверін. У боротьбі з комахами широко використовують інсектициди рослинного походження і слабкотоксичні препарати. Особливу увагу приділяють внесенню різних компостів, виготовлення яких має велике гігієнічне значення, оскільки під час компостування інактивується багато збудників хвороб. За високої температури в компостному бурті гинуть бактерії, які спричиняють пошкодження культурних рослин, а насіння багатьох бур'янів втрачає схожість. У готовий компост іноді додають калійні і фосфорні добрива. В ґрунт також вносять місцеві добрива (вапняки, дефекація тощо). Пестициди практично не застосовують (до 1-2 %).

Органобіологічне землеробство поширене у Франції та Швейцарії. Основна його ідея полягає в тому, що мінеральні речовини з ґрунту поглинаються у формі не тільки іонів, а й макромолекул (мікросом) і слугують поживними речовинами для ґрунтових мікроорганізмів, які переробляють важкозасвоювані сполуки на легкодоступні для рослин форми. Тому головне в органобіологічному землеробстві – підвищення родючості ґрунту за рахунок керування живленням рослин, активування ґрунтової мікрофлори, для чого компости вносять поверхнево, а під час обробітку верхніх шарів намагаються зберегти структуру ґрунту. Захист рослин від шкідників і хвороб здійснюється подібно до того, як і в органічному землеробстві. Властивості ґрунту поліпшують, насамперед, вирощуванням трав'яних бобово-злакових сумішей у сівозміні. Зелена маса трав'яної суміші є, крім того, добрим кормом. Якщо в господарстві немає тварин, неодноразово скошувану зелену масу вивозять і компостують. Безпосереднє внесення зеленої маси в ґрунт вважається нераціональним. Як і за органічної системи, не виключають можливість застосування місцевих добрив (вапняки, бентоніти, фосфати, кісткове борошно), які містять в своєму складі мінеральні елементи у важкорозчинній формі.

Біодинамічне землеробство є одним із найбільш розвинених і давніх у Європі (Німеччина, Швеція, Данія) напрямів альтернативного землеробства. Основоположниками теорії цієї системи є німецькі вчені Рудольф Штайнер і Марія Тун та австралійський учений Алекс Подолінський. З початку свого становлення, воно об'єднувало біологічні, екологічні, технічні та соціальні аспекти сільського господарства. В цій системі враховуються не тільки природні, тобто земні, а й космічні фактори. Обробіток ґрунту, сівба, догляд за рослинами здійснюються в сприятливі періоди, настання яких зумовлюється розміщенням Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї.

В основі біодинамічного землеробства лежить не просто відмова від хімізації виробництва, а прагнення створити таку систему вирощування рослин, яка забезпечила б їх стійкість до всіх несприятливих умов. З 1928 р. прихильники біодинамічного землеробства організували продаж сертифікованих продуктів харчування (продукція відповідних фірм має назву "Деметр"). Проблему землеробства вони розглядають комплексно, тобто сільське господарство – людина – навколишнє середовище – космос, а також їх взаємовплив.

Теоретичні основи біодинамічної системи зводяться до двох положень: 1) за допомогою біодинамічних методів треба поєднати землеробство з цілісним ритмом Землі. Обробіток ґрунту, сівбу, догляд

за посівами слід здійснювати у сприятливі періоди, настання яких зумовлюється розміщення Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї. Взаємне розміщення небесних тіл рекомендують також враховувати при організації боротьби з бур'янами, приготуванні компостів. Космічний вплив на рослини виявляють й інші небесні тіла; 2) спеціальні біодинамічні препарати мають надавати рослинам необхідну силу й активувати певні процеси у ґрунті. "Гумусні" препарати готують із рогів тварин і гною, "силіцієві" – з розмеленого кварцу. Цим препаратам, які застосовують у дуже розбавленому вигляді, приписують особливі властивості. Крім того, є так звані "компостні" препарати, що регулюють живлення і розвиток рослин. Їх готують із різних рослин – деревію, кропиви, ромашки лікарської, дубової кори, валеріани тощо, а потім змішують з гноєм. Витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин використовують як добрива, стимулятори росту та для захисту рослин від бур'янів і хвороб. Найбільш поширені препарати з кропиви і польового хвоща.

Мінеральні добрива і пестициди не застосовують зовсім. **Біодинамічна система** втілюється на основі біодинамічних препаратів. Хоча вони не додають урожаю, зате поліпшують його якість, роблять рослину здоровішою і стійкішою до захворювань, захищають її від шкідників і хвороб, продовжують термін якісного зберігання продукції. Найпоширеніший препарат №500. Вихідним матеріалом для таких препаратів є свіжий коров'ячий гній, деревій звичайний, ромашка лікарська, кропива дводомна, дубова кора, кульбаба лікарська, валеріана лікарська, хвощ польовий. Боротьба зі шкідниками і хворобами здійснюється з допомогою мікробіологічних та ЕМ-препаратів. Для захисту овочевих культур застосовуються мікробіологічні препарати Планріз, Триходермін. У боротьбі з колорадськими жуками допоможуть Колорадоцид, Бітоксібацилін, Актофіт. Від фітофтори ефективний Різоплан.

Ферми, де ведеться біодинамічне землеробство, намагаються забезпечити себе добривами і кормами. Як добрива тут використовують різні компости і спеціальні мінеральні добавки (силіцій, рогове борошно, кісткове борошно, вапняки, фосфати тощо). Елементи біодинаміки наводяться в астрологічних календарях.

Система ANOG, порівняно з іншими, є близькою до традиційного сільського господарства. Вона дістала умовну назву "ближче до природи" і в багатьох підходах в основному збігається з органіобіологічним землеробством. На підставі наукового аналізу стану ґрунту, для кожного господарства розробляють індивідуальні плани внесення органічних добрив. Допускається помірне застосування усіх синтетичних

препаратів (крім гербіцидів), але за ретельного контролю вмісту залишкових кількостей хімікатів у продукції.

Система LISA є новою системою землеробства у США. Найчастіше її називають "*sustainable agriculture*", що в перекладі означає "*підтримувальне сільське господарство*". Паралельно поширився ще один термін, який визначає нову тенденцію у веденні землеробства – "*низьковитратне (low-input) землеробство*". У низьковитратному землеробстві робиться ставка на мобілізацію внутрішніх, відновлюваних ресурсів, наприклад на максимальне використання азоту нехімічного походження, розвиток водозберігаючих технологій, перехід на нехімічні засоби боротьби з бур'янами і шкідниками, регулювання складу біоценозів.

LISA – це програма досліджень щодо розробки багатoproфільної концепції вирощування сільськогосподарських культур, яка б дала виробництву, з одного боку, можливість невизначено довго підтримувати необхідний рівень, а з іншого – зменшила його залежність від зовнішніх ресурсів і підвищила економічну надійність фермерського господарства.

Основні завдання її такі: 1) збільшення ефективності витрат у межах спеціалізованих (тобто нині діючих) систем господарства; 2) розробка ефективніших багатoproфільних фермерських систем; 3) обґрунтування прибуткового ринку для продукції, яка вироблятиметься з невеликими вкладеннями ресурсів.

У практичному плані нова система ставить за мету: 1) споживання мінеральних добрив у невеликих кількостях; 2) скорочення використання пестицидів; 3) зменшення інтенсивності механічного обробітку ґрунту; 4) інтегрований підхід при веденні землеробства, що базується на комплексному взаємозв'язку чинників (добрива – бур'яни, добрива – хвороби рослин, гербіциди – шкідники і хвороби, фунгіциди – мікрофлора ґрунту, пестициди – дощові черв'яки тощо).

Основою цієї технології вирощування є сівозміна.

8.3. Ефективність і перспективи біологічного землеробства

Продукція традиційного інтенсивного землеробства переважає на ринку, і деяку конкуренцію їй починає складати лише "екологічно чиста" продукція. Це пояснюється жорсткими вимогами "органічного" землеробства, яке не допускає застосування хімічних засобів, що тягне за собою значне зниження врожаїв, підвищення затрат праці, необхідність застосування плодозміни, складність у можливості створення надійного захисту урожаю від бур'янів, шкідників і хвороб, невпевненість

виробників у стабільності вищих ринкових цін на чисту продукцію.

Сучасне **інтенсивне аграрне виробництво** нехтує не лише величезними витратами вичерпних енергоресурсів. Стрімке знищення біологічного різноманіття в ґрунті через постійне використання агрохімії (пестицидів та міңдобри́в) а з ними і вмісту гумусу призводить до щорічних втрат **10-15 мільйонів гектарів сільськогосподарських земель на нашій планеті**.

Рівень **вмісту гумусу** в українських ґрунтах знизився за останні 10 років **вдвічі!** А рівень ерозії ґрунтів в деяких областях України відповідає значенням екологічної катастрофи, яку, через свою злочинну некомпетентність та жадібність лише прискорюють українські чиновники.

В Європейському Союзі державне регулювання виробництва органічної продукції здійснюється на основі **Постанови ЄС № 2092/91 «Органічне агровиробництво та рішення стосовно сільськогосподарської продукції та продуктів харчування»** та **Постанови ЄС №1084/1999**, яка містить посилення на виробництво продуктів тваринного походження.

Досвід закордонних країн переконливо засвідчує, що при переході на біологічне землеробство не вдається досягати високих урожаїв. У виконаних за дорученням FAO дослідженнях щодо можливих наслідків переходу на альтернативне землеробство зроблено висновок, що урожаї зернових культур скоротяться на 10-20%, картоплі та цукрових буряків – на 35%.

Згідно з узагальненими даними по Німеччині, зниження урожаїв становитиме, %: пшениці – 20-30, жита – 30, вівса – 20, ячменю – 30, картоплі – 55. За результатами досліджень, проведених в Австралії, Німеччині та Швейцарії, урожайність зернових культур на мало-продуктивних ґрунтах в "органічному" землеробстві, може знизитись на 40%. У США урожайність пшениці зменшиться на 40-44%, зернофуражних культур – на 41-48, сої – на 30-49%.

У табл. 41 наведено узагальнені дані щодо урожайності сільськогосподарських культур в умовах біологічного (альтернативного) землеробства.

За реакцією на альтернативні методи вирощування **сільськогосподарські культури** умовно можна поділити на **групи**: 1) **дуже чутливі**, урожайність яких істотно знижується – пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, плодові культури, злакові багаторічні трави, білоголова капуста, зеленні овочі; 2) **помірно чутливі**, урожайність знижується менше – овес і, умовно кукурудза; 3) **майже не чутливі**,

урожайність практично не знижується – соя, кормові боби, багаторічні бобові трави.

41. Урожайність сільськогосподарських культур, вирощених в умовах альтернативного землеробства (за узагальненими даними Ф.Б. Прижукова

Культура, регіон	Урожайність за біологічного (альтернативного) землеробства, % урожайності за інтенсивного	
	Верхня і нижня межа	Середній показник
Озима пшениця, Європа	50-95	56-76
Озима пшениця, США	57-95	–
Озиме жито, Європа	61-93	66-75
Озимий ячмінь, Європа	46-93	46-80
Ярий ячмінь, Європа	43-76	–
Овес, Європа	40-93	44-85
Кукурудза, США	54-99	75-93
Кукурудза, Італія	–	41
Соя, США	33-113	90-95
Картопля, Європа	32-99	45-68
Цукрові буряки, Європа	49-72	–
Злакові і багаторічні трави, Європа	–	58

Відмінність в урожайності на багатих і родючих ґрунтах менша. Вважають, що зниження урожайності з переходом на біологічне землеробство пов'язане з тим, що за менш сприятливих ґрунтових і погодних умов вилучення будь-якого чинника інтенсифікації позначається на урожаї істотніше, ніж за оптимальних умов. Крім того, сучасні сорти польових культур високовимогливі до удобрення (на бідних ґрунтах рослини страждають від нестачі азоту і фосфору) і до використання пестицидів.

Існує думка, що після переходу від інтенсивного сільського господарства до органічного, урожайність знижується лише в перші 4-5 років, після чого стабілізується і підвищується, наближаючись за своїм рівнем до традиційних показників урожайності.

Стосовно якості продукції розглядаються два аспекти: поживна цінність і безпека для здоров'я людини і тварин. Переконливих свідчень щодо підвищення вмісту поживних речовин у продуктах, отриманих за альтернативних форм ведення господарювання поки що немає. Не виявлено залежності і між системою землеробства та безпекою продуктів для здоров'я людини і тварин. **Пестициди** – найбільш

вивчена і регламентована група речовин порівняно з промисловими та комунальними викидами (радіонукліди, важкі метали тощо), становлять лише 20% забрудників навколишнього середовища. Провідні вчені США підкреслюють, що нині у світі немає наукових доказів того, що рештки пестицидів у продуктах харчування, за відповідного контролю і належної технології їх застосування, спричиняють захворювання людини.

У Нідерландах підраховано, що навіть у разі підвищення закупівельних цін на зерно на 70% і на картоплю – на 100%, біологічне землеробство залишиться економічно не вигідним. За статистичними даними, при біологічному землеробстві ціна на зерно пшениці в Німеччині підвищується на 100-300%.

Найгострішою в альтернативному землеробстві є проблема збереження і підтримання на високому рівні родючості ґрунтів. Альтернативні методи виправдовують себе лише на ґрунтах з високим рівнем родючості.

Особливо напружена ситуація може скластися на малородючих ґрунтах із забезпеченням рослин фосфором і калієм, навіть за умови внесення органічних добрив. Згідно з дослідженнями, проведеними в Нідерландах, Німеччині, баланс фосфору в альтернативних господарствах був негативним. Абсолютний річний дефіцит калію, за різними дослідженнями, коливався від 30 до 100 кг/га K_2O . Водночас вважають, що становище з дефіцитом калію, порівняно з фосфором не таке загрозливе, оскільки його можна зменшити за рахунок внесення базальтового борошна. Баланс азоту загалом може бути бездефіцитним, за умови внесення органічних добрив та оптимальної частки бобових культур у сівозміні. Також виявлено, що в біологічному землеробстві виникає різкий дефіцит кальцію і магнію. За іншими показниками (щільність ґрунту, агрегатний склад, вміст гумусу) істотних відмін у традиційних і альтернативних господарствах не спостерігається.

Альтернативне землеробство в країнах Західної Європи і США отримало офіційне визнання і підтримку. Координує всі дії IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), що об'єднує 360 організацій із 68 країн. Ця організація розробляє загальні принципи ведення господарства, на основі яких визначаються його напрями, прийнятні для окремих країн або районів.

Найбільшого поширення біологічне (альтернативне) землеробство набуло в США, де його ведуть 30 тис. ферм.

Попит на продукцію біологічного землеробства швидко зростає.

Згідно з даними опитувань, понад 80% американців висловлюють бажання купувати продукцію органічного сільського господарства, причому близько половини з них – за цінами, що перевищують середні ціни супермаркетів. Країнами з розвиненим альтернативним землеробством можна вважати Швейцарію, Данію, Нідерланди. Ринок продуктів альтернативного землеробства може скласти 5-10%. Країни, де спостерігається перевиробництво сільськогосподарської продукції, можуть піти на деяке зниження продуктивності агросистем, за умови забезпечення фінансової підтримки фермерів. У країнах з недостатнім самозабезпеченням продуктами харчування, розвиток альтернативних сільськогосподарських систем з різким зниженням продуктивності вважається неприйнятним.

В Україні, за формування економічних передумов, біологічне землеробство може посісти належне місце. Постало завдання відпрацювання наукових основ і технологій біологічного землеробства, на сьогодні досить чисті продукти можна отримувати й за інтегрованого землеробства та використання нових технологій, за умови виконання рекомендованих наукою заходів. Цей шлях буде магістральним для України.

Громадські організації, які пропагують і підтримують розвиток органічного руху в Україні: Федерація органічного руху України, Асоціація виробників органічної продукції "Чиста Флора", Об'єднання "Полтава-органік", Міжнародна Громадська Асоціація учасників біовиробництва «БІОЛан Україна», Клуб органічного землеробства, Спілка учасників органічного агровиробництва "Натурпродукт" та багато інших організацій.

Статус органічною продукції в країнах Європи підтверджує "євролисток". Наявність "євролистка" є свідченням дотримання виробником загальноєвропейських стандартів органічного виробництва (Постанова ЄС №834/2007).

Логотип ЄС "Євролисток"

Кодовий номер органу сертифікації

Країна походження сировини



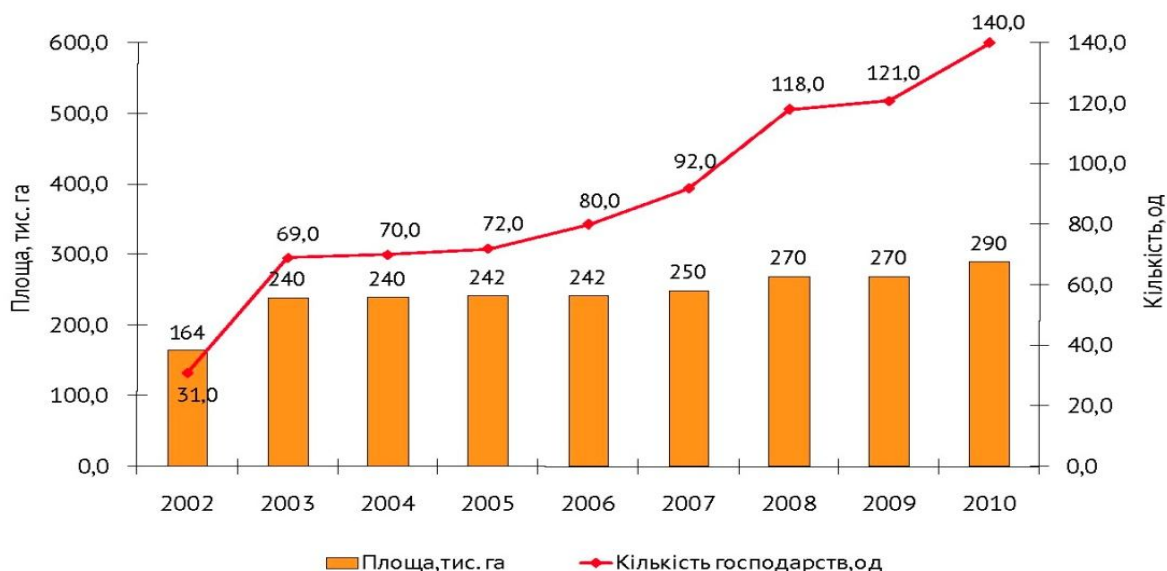
Рис. 17. Екомаркування: Європейський Союз.

Відсутність такого маркування свідчить про недотримання

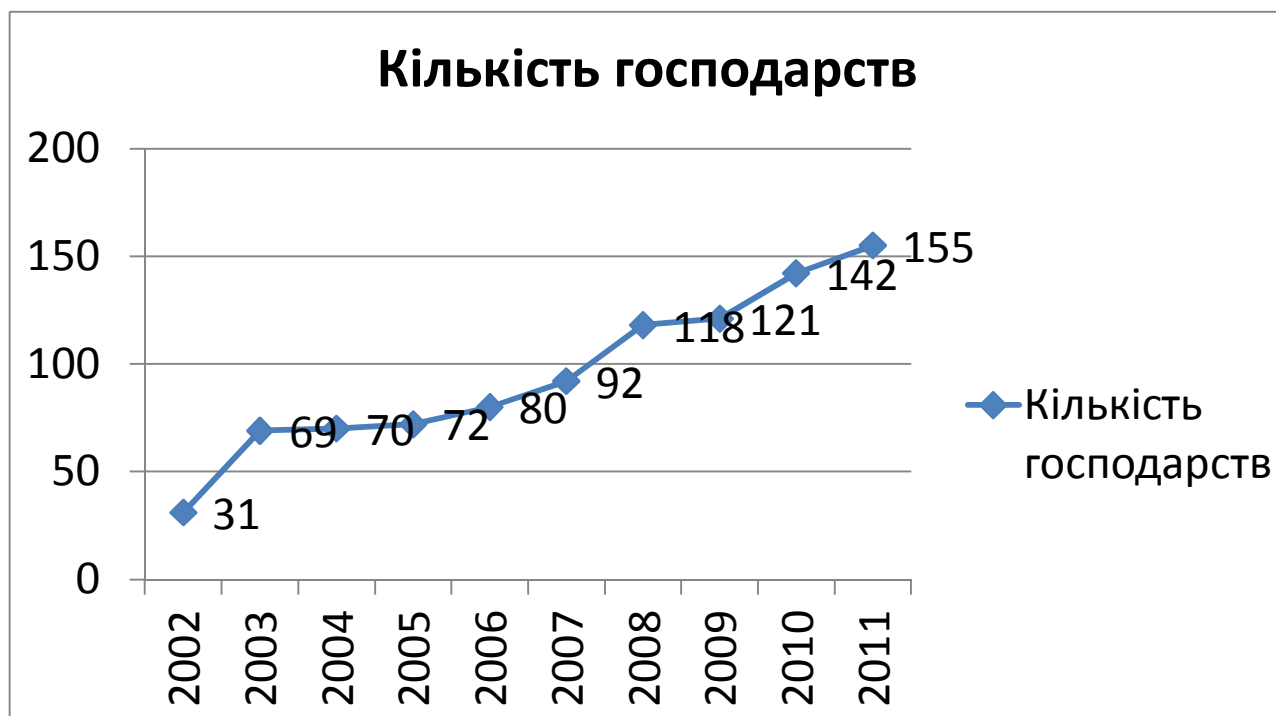
стандартів органічного виробництва.

Загалом в усіх країнах світу частка господарств з альтернативним веденням землеробства становить близько 2%, тому внесок у виробництво продукції сільського господарства ще малий.

В Україні більше 140 господарств, які займаються вирощування органічної продукції (рис. 18).



Динаміка органічного виробництва в Україні



Джерело: Федерація органічного руху України, IFOAM

Рис. 18. Кількість сертифікованих органічних господарств України

Причина зростаючої популярності альтернативного землеробства

полягає в його простоті та нешкідливості для довкілля(табл. 42).

42. Стан органічного землеробства в країнах ЄС. *

Країна	Площа земель під органічним землеробством,га	Відсоток до всієї сільськогосподарської площі, %	Кількість органічних ферм	Відсоток до всіх ферм, %
Австрія	328803	12,90	19056	9,50
Бельгія	24163	1,73	688	1,10
Кіпр	166	0,12	45	0,09
Чехія	254995	5,97	810	2,10
Данія	165148	6,20	3510	6,10
Естонія	40890	4,59	746	1,90
Фінляндія	159987	7,22	4983	6,60
Франція	550000	1,86	11377	1,70
Німеччина	734027	4,30	16476	4,00
Греція	244455	6,24	6028	0,80
Угорщина	113816	1,94	1255	3,20
Ірландія	28514	0,65	889	0,70
Італія	1052002	6,86	44043	2,00
Латвія	48000	1,92	1200	
Литва	23289	0,60	700	1,00
Люксембург	3002	2,00	59	2,30
Мальта	14	0,00	20	
Нідерланди	41865	2,17	1522	1,50
Польща	49928	0,30	2304	0,10
Португалія	120729	3,17	1455	0,30
Словаччина	54478	2,43	100	1,30
Словенія	23280	4,6	1429	1,70
Іспанія	725254	2,84	17028	1,30
Швеція	207488	6,80	3363	4,20
Великобританія	695619	4,42	4017	1,70

*Джерело: [Willer, Helga and Minou Yussefi. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2005.*// IFOAM, Bonn Germany – 7th, revised edition, slightly abridged version – 2005. – 189 p. – <http://orgprints.org/4297/01/1365-world-of-organic-agriculture.pdf>, с. 118]

Прихильники цього напрямку стверджують, що систематичне

застосування альтернативних методів дасть змогу, за рахунок підвищення родючості ґрунтів, у майбутньому збільшити врожайність сільськогосподарських культур до її рівня в традиційному землеробстві.

43. Динаміка кількості сертифікованих органічних господарств в деяких європейських країнах

Країна	Рік								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Естонія	369	583	746	810	1013	1220	1259	1277	*
Німеччина	14703	15628	16476	16603	17020	18703	19813	21047	*
Польща	1787	1977	2304	3760	7183	11887	14888	17092	*
Чехія	654	654	810	836	829	1318	1946	2665	*
Україна	31	69	70	72	80	92	118	121	142
Середній розмір органічного господарства в Україні, га	5305	3472	3429	3361	3025	2716	2288	2242	1903

*немає даних

На думку провідних українських учених-землеробів, широко-масштабне застосування альтернативного землеробства у чистому вигляді в нашій країні, з метою вирішення екологічних проблем, навряд чи можливе. Вони не погоджуються з положеннями концепції альтернативного землеробства, зокрема це стосується повної відмови від мінеральних добрив. Реальною, на їх думку, є розробка інтегрального землеробства, яке б включало кращі прийоми альтернативних систем і водночас допускало застосування в розумних межах мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімікатів. Таке землеробство відповідало б вимогам інтенсивного ведення рослинництва і завданням охорони довкілля.

44. Обсяги споживання сертифікованої органічної продукції в Україні

Роки	2007	2008	2009	2010	2011
млн. євро	0,5	0,6	1,2	2,4	5,1

Джерело: Федерація органічного руху України, IFOAM

В Україні більшість органічних господарств розташовано на півдні (Одеська та Херсонська області), частково у центральній та на західній

Україні. За площами, які відводяться під органічне землеробство (0,65%) Україна посідає 15 місце в Світі. Переважна більшість органічних господарств площею понад 3000 га.

Методи ведення землеробства на біоекологічних принципах, які включають такі основні положення: 1) науково обґрунтована структура сільськогосподарських угідь, посівних площ та зернових культур, з метою створення і реалізації найвищого біологічного потенціалу господарства у кожній зоні чи регіоні; 2) великомасштабна оптимізація загального агрокліматичного й ґрунтового потенціалу інтенсифікації землеробства (зрошення, осушення, залісення), меліоративне поліпшення кислих і засолених ґрунтів; 3) оптимізація умов формування інтенсивних посівів за допомогою концепції ідеального типу рослин та посівів; 4) оптимізація використання біологічного потенціалу продуктивності нових сортів та гібридів; 5) впровадження сівозмін з обов'язковим насиченням їх бобовими травами і сидератами, обмеження застосування мінеральних добрив, насамперед азотних; 6) перехід на локальний спосіб внесення туків, що дасть змогу зменшити їх норму на 30-50% порівняно з раніше рекомендованими; 7) широке застосування, крім підстилкового гною, інших видів органічних добрив, рідкого гною, зелених добрив, соломи, іншої побічної продукції рослинництва, сапропелю, різних компостів; 8) внесення в оптимальних кількостях мінеральних добрив, вапна, гіпсу, для компенсації винесення поживних речовин і забезпечення сталої продуктивності рослинництва, екологічно чистого стану навколишнього середовища; 9) диференційований обробіток ґрунту, який забезпечує природоохоронний характер землекористування, ослаблює ерозійні процеси, переущільнення ґрунту, веде боротьбу з бур'янами без застосування або з мінімальним застосуванням гербіцидів; 10) створення багатовидових і багатосортних посівів сільськогосподарських культур (ефект агрофітоценології); 11) надання переваги агротехнічним і біологічним методам боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами над хімічними.

У сучасних умовах біологізація землеробства, технологій і технологічних процесів є чи не єдиним заходом, здатним стримати подальше зниження родючості ґрунтів, стабілізувати виробничі системи, знизити залежність від техногенних чинників і підвищити конкурентоспроможність виробництва.

8.4. Точне землеробство

У розвинених аграрно-індустріальних країнах дедалі більшого поширення набуває **система точного землеробства** (СТЗ), яка дає змогу не тільки отримувати дешевшу продукцію кращої якості, а й знижувати шкідливе агротехногенне навантаження, за рахунок зменшення витрат пестицидів, добрив тощо. **Точне землеробство** (*Precision Farming (Agriculture)*) – це система взаємоузгоджених заходів, що ґрунтуються на оптимізації використання технологічних матеріалів (насіння, добрив, засобів захисту, регуляторів росту рослин) та агрозаходів на конкретній ділянці поля, відповідно до вимог певної сільськогосподарської культури, стану ґрунту і збереження довкілля, враховуючи унікальні особливості кожної елементарної ділянки поля.

Принципи точного землеробства надають нового змісту застосуванню інтенсивних технологій, без погіршення якості довкілля, за рахунок реалізації адаптивного потенціалу виду, сорту, агробіоценозу, тобто їх біологічної здатності пристосовуватись до умов навколишнього середовища. Щоб реалізувати адаптивний потенціал рослин, треба повністю використати їхні біологічні можливості не тільки для підвищення потенційної продуктивності за сприятливих умов середовища, а й для збільшення екологічної стійкості (протистояння суховіям, посухам, морозам, низьким температурам). За таких умов зростатиме потенційна продуктивність сорту, агробіоценозу, що розглядається як вирішальний чинник збільшення врожайності.

Поступовий перехід до практичного впровадження точного землеробства є виявом загальної тенденції зростання ролі інформаційних технологій в усіх сферах життєдіяльності людини, а у виробництві дає змогу істотно піднести його технічний та організаційно-управлінський рівень, за рахунок високої оперативності та багатопараметричності рішень, які приймаються.

Одним із головних шляхів вирішення завдань землеробства є просторово-часова оптимізація умов для рослин. Точне землеробство у сучасному розумінні переважно орієнтоване на просторову оптимізацію. Для цього потрібно, по-перше, забезпечити рівномірне розміщення рослин у полі, що за рядкової сівби означає – на однаковій відстані. Цим створюють однакові площу й об'єм живлення для рослин. По-друге, добрива, пестициди треба вносити так, щоб забезпечити рівноцінні умови для рослин. Однак, високі точність і рівномірність застосування технологічних матеріалів, внаслідок використання досконалішої

техніки, не гарантують створення однакових умов для рослин, оскільки на різних ділянках поля вони можуть опинитися в нерівнозначних умовах, у зв'язку з варіабельністю ґрунтового покриву і властивостей ґрунту, забур'яненості поля і заселеності його шкідниками тощо. Це, в свою чергу, може призвести до розриву в темпах росту і розвитку рослин, формування різного за якістю врожаю, неодноразовості його досягання. Отже, завдання полягає у здійсненні технологічних заходів, відповідно до потреб рослин та фітосанітарної ситуації стану посівів на кожній елементарній ділянці поля, для чого потрібні його детальні картограми з даними про запас елементів живлення, густоту бур'янів, стан рослин, біологічну урожайність тощо.

Точне землеробство передбачає: 1) детальне картографування поля за основними агротехнічними параметрами; 2) координатне прив'язування машинно-тракторних агрегатів до поля; 3) точне виконання технологічних заходів відповідно до особливостей елементарних ділянок поля.

Основними складовими СТЗ є географічна інформаційна система (FIC, GIS), диференційована глобальна система позиціонування (ДГСП, DGPS) та технологія змінних норм внесення (ЗНВ, VRT).

Географічна інформаційна система (Geographic Information System, GIS) – це система комп'ютерних апаратних засобів та програмного забезпечення, призначена для збирання та обробки даних щодо агротехнологічних параметрів елементарних ділянок поля.

Інформацію можна збирати відбиранням проб у полі (наприклад, для визначення агрохімічних показників) з наступною обробкою результатів аналізів і прив'язуванням їх до координат місць відбирання. Створено оптичні прилади з безконтактними датчиками, за допомогою яких в інфрачервоному випромінюванні з літаків або супутників фотографують поля. Інформація з характеристиками параметрів накопичується в базі даних (Data base), використовується для складання тематичних карт (Thematic map) урожайності, вмісту елементів живлення, норм внесення технологічних матеріалів тощо.

Диференційована глобальна система позиціонування (Differential Global Positioning System, DGPS) – радіонавігаційна супутникова система, спеціально скоригована для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів у трьох світових координатах (довгота, широта, висота) з точністю до десятків сантиметрів. Є поліпшеним варіантом глобальної системи позиціонування (GPS), точність якої вимірюється десятками метрів.

Широке застосування DGPS для визначення координат машинно-тракторних агрегатів стримується високою вартістю технічних та інформаційних засобів, відсутністю розвинутої мережі станцій диференціального коригування, можливими похибками, спричиненими грозовими розрядами та магнітними бурями.

Технологія змінних норм внесення (*Variable Rate Technology, VRT*) – це внесення за допомогою спеціального обладнання змінних норм (доз) технологічних матеріалів, відповідно до особливостей кожної елементарної ділянки поля. Основою VRT є високоточна сільськогосподарська техніка, функціональні властивості якої визначаються широким використанням електронних пристроїв (комп'ютерів, мікропроцесорів, датчиків) (рис. 19).



Рис. 19. МТЗ-1221 із установленим Hydro-N-Sensor на даху і розкидачем AmazoneZA-M1500

Обприскувачі обладнані пристроями для електронного регулювання подачі робочого розчину пестицидів, сівалки – для регулювання норми висіву та глибини загортання насіння, машини для внесення добрив – регулювання доз внесення добрив, ґрунтообробні знаряддя – для регулювання глибини обробки ґрунту. Керування робочим процесом і контроль за його виконанням здійснюють із трактора, обладнаного багатоканальним мікропроцесором або комп'ютером, а на сільськогосподарських машинах встановлюють уніфіковані датчики. На пульт керування надходить інформація щодо швидкості руху агрегату, обсягу виконаної роботи, витрат пального і запасів технологічних матеріалів тощо (рис. 20).



Рис. 20. Кабіна МТЗ 1221 із установленими бортовими системами

При неможливості впровадження системи точного землеробства за класичною схемою, вдаються до альтернативних підходів. Так, для визначення координат МТА використовують радіосистеми, які складаються з базової радіостанції, що знаходиться в приміщенні, та приймально-передавальних приладів, встановлених на польових агрегатах.

Українські вчені розробили нову концепцію та методологію впровадження системи точного землеробства, на основі визначення місцезнаходження в полі і в локальній криволінійній системі координат. За допомогою цифрових відеокамер, якими оснащені агрегати, здійснюють зйомку полів, дані якої використовують для складання агротехнологічної карти завдань у координатах, що означають номер проходу агрегату та відстань його від краю поля. Карту можна вносити у пам'ять бортового комп'ютера.

В Україні у 2000 р. прийнято "Програму створення та впровадження технічних засобів для технологій точного землеробства", реалізація якої дала перші результати, створено мобільні машини для механічного відбирання проб ґрунту, електронно-механічні пристрої для зміни доз внесення добрив, машину для диференціального обробітку ґрунту, радіосистему для визначення координат агрегатів, з використанням базової радіостанції, та ін.

8.5. Ґрунтозахисна технологія вирощування польових культур в умовах схилених земель України

Широкомасштабна деградація наших ґрунтів, за висновками вітчизняних фахівців, є основним наслідком екологічної недосконалості нинішніх технологій вирощування сільськогосподарських культур, існуючої структури земельних угідь і потребує з екологічної точки зору перегляду стратегії і тактики як ґрунтознавчої, так і землеробської наук. Деякі ґрунти в Україні перебувають на межі незворотних змін, що відбивається на складі ґрунтової біоти. Відновлення деградованих земель є складним, а в деяких випадках неможливим, оскільки втрата їх природної родючості тісно пов'язана з порушенням ряду процесів і явищ, у які включені рослини, ґрунт та організми, які його населяють. **Ґрунтозахисні технології** вирощування культур забезпечують охорону ґрунтів від факторів деградації і дають можливість мати вищу врожайність культур при низькій собівартості вирощеної продукції.

Традиційні технології вирощування культур в умовах схилого землеробства базуються на застосуванні для обробітку ґрунту полицевих знарядь із заорюванням після пожнивних і рослинних решток, які сприяють утворенню переущільненого підорного горизонту. Така система обробітку призводить до погіршення протиерозійної стійкості поверхні ґрунту, значно знижує його поглинаючу здатність, створюючи умови для активного розвитку водоерозійних та дефляційних процесів.

Ґрунтозахисні технології вирощування культур базуються на мінімальному обробітку ґрунту на глибину 4-5 см (параметри плоскоріза для суцільного мілкового обробітку на глибину 5-16 см та глибокого 30-45 см) під всі культури сівозміни (у тому числі під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та ін.), біологізації землеробства, використанням нетоварної частини врожаю як органічних добрив, мульчуванні поверхні ґрунту післяжнивними рештками і широкому застосуванні сидератів. Застосування мінімального обробітку ґрунту сповільнює мінералізацію та втрати гумусу.

Впровадження їх у виробництво дає змогу економити паливе (в 2-4 рази), мінеральні добрива (у два рази), пестициди (в 5-8 разів), робочий час (у три рази), витрати металу на 1 м захвату ґрунтообробних машин (у два рази) і мати вологозберігаючий ефект до 50 мм продуктивної вологи порівняно з технологіями, які базуються на оранці. Крім того, технологія протиерозійного обробітку ґрунту сповільнює ерозійні процеси до допустимих меж.

Ґрунтозахисна технологія вирощування забезпечує підвищення врожайності, наприклад озимої пшениці на 3-5 ц/га, зниження енергозатрат на 25-30%, при цьому втрати ґрунту зменшуються з 15-20 до 3-5 т/га, в цілому поліпшується екологічна ситуація в агроландшафтах.

При застосуванні інтенсивних технологій вносились великі дози мінералів та хімічних меліорантів, унаслідок чого знищувалась ґрунтова мікрофлора. У результаті цього ґрунт відмирав, змінювалася його структура, зменшувалась родючість. За даними вітчизняних науковців та фахівців, мінімальні середньорічні втрати гумусу по Україні становлять 0,6-0,7 т/га.

Відновити структуру і родючість ґрунту, внесенням на великій площі гною, справа трудомістка і дуже дорога. Крім того, разом із гноєм на поля повертаються насіння бур'янів, збудники хвороб, що останнім часом завдали нашому сільському господарству колосальних збитків. Доцільніше і дешевше використовувати для відновлення родючості ґрунтів елементи альтернативного землеробства – **біогумусні органічні добрива**, які отримують промисловою переробкою компостів за допомогою технологічних каліфорнійських черв'яків, які у 5-7 разів швидше, ніж звичайні дощові черв'яки, переробляють рослинні компости та коров'ячий гній на біогумус.

Застосування біогумусу дає змогу підвищити родючість ґрунту, врожайність культур, при зменшенні затрат на придбання дорогих мінералів і шкідливих для ґрунту пестицидів. При цьому з полів, удобрених біогумусом, отримують якісні, екологічно чисті рослинницькі продукти, які в розвинутих країнах нині дуже ціняться. Так, в Англії, Голландії, Німеччині на полях, удобрених біогумусом, урожайність зернових сягає 56-70 ц/га, картоплі – 500-800 ц/га.

На кінець 1992 року в США понад 500 тисяч фермерських господарств перейшли на систему біологічного землеробства, що дало змогу забезпечити підвищення якості та врожайності зернових культур до 60 ц/га, а кукурудзи на зерно – понад 100 ц/га.

Саудівська Аравія практично не має земель, придатних для землеробства, але вона, використовуючи біогумус, не лише задовольняє свої потреби в зернових та овочевих культурах, але й значну їх частину експортує.

Обґрунтування ґрунтозахисних технологій. Теоретично обґрунтований "шоковий" стан ґрунту при обертанні скиби, коли аеробна біота ґрунту з глибини 0-15 см заорюється плугом в анаеробні умови на глибину 16-30 см і гине без кисню, а анаеробна біота з глибини 16–30 см вивертається плугом на поверхню і також гине, але вже від кисню.

”Шоковий” стан зникає тільки на 4-5-й рік систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, і тоді віддача від них ефективним урожаєм різко зростає (М.К. Шикула, Г.В. Назаренко, 1990; М.К. Шикула, 1998; М.К. Шикула, 2000).

Протягом тривалого часу в аграрному виробництві приживались **технології вирощування сільськогосподарських культур**, базовані на перевертанні пласта ґрунту, широкому застосуванні міңдобрив, хімічних засобів захисту рослин, багаторазових операціях під час підготовки площ до сівби тощо. Це призводить до ерозії та деградації ґрунтів, погіршення якості сільськогосподарської продукції, забруднення її шкідливими для здоров’я людини речовинами. Якщо додати до цього навантаження на природу й на людей всілякі викиди промислових підприємств та наслідки аварії на ЧАЕС, то й зовсім стає кепсько. Тож не випадково, останніми роками особливої актуальності набуває так зване органічне (**альтернативне**) **землеробство**, яке інтенсивно поширюється, зокрема, за кордоном. Люди хочуть мати на столі достойні продукти, хоч і ціняться вони дорожче.

Систематична оранка протягом століть призвела до втрати здатності ґрунтів до саморегуляції, тому що із шести асоціативних груп мікробів, які є в цілинних ґрунтах і які відповідають за ґрунтові властивості та режими, внаслідок панування оранки залишилося тільки три асоціації. Це й зумовлює ”шоковий” стан ґрунту. Перехід на систематичний обробіток без обертання скиби відновлює на 4-5-й рік дві групи, а третя із зниклих відтворюється тільки на 8-9-й рік. Із цього моменту в ґрунті відновлюється здатність до саморегуляції ґрунтової родючості й різко підвищується його продуктивність (на 30-40%).

Що являє собою **органічне (природне) землеробство (No-till)**? Це поверхневий обробіток ґрунту на глибину 4-5 см; мульчування після появи сходів міжрядь просапних культур пожнивними рештками рослин; відтворення родючості ґрунту за рахунок органічних добрив (напівперепрілий гній, нетоварна частина врожаю, сидератні посіви); відмова від синтетичних мінеральних добрив та засобів захисту рослин, а також гербіцидів; боротьба з бур’янами, шкідниками і хворобами агротехнічними методами і біологічними засобами. Застосовуються лише такі несинтетичні мінеральні добрива та меліоранти, як фосфорне борошно, каїніт, гіпс, доломіт.

Велика увага приділяється сівозмінам. Враховується різноманітність культур, захист рослин, кліматичні умови, кількість пожнивних решток, навантаження на техніку. В сівозміні має бути 25-40% бобових культур, 40-50% – зернових.

Основа органічного (природного) землеробства – система обробітку ґрунту. Він не ореться і не перекопується, бо при цьому знищуються корисні мікроорганізми, і ґрунт стає "мертвим".

Набуває поширення технологія, при якій здійснюється пряма сівба (No-till). Ця ґрунтозахисна система базується на безполицевому обробітку ґрунту. При no-till пожнивні рештки не виносяться з поля, не спалюються, не приорюються, а рівномірно розкидаються по всьому масиву. **Мульча**, що утворилась унаслідок цього, захищає ґрунт від вітрової та водної ерозії, випаровування вологи, насичує його органічними речовинами, пригнічує бур'яни.

Уперше в Україні на нульову технологію в 2002 році перейшла корпорація АТЗТ "Агро-Союз", що в Дніпропетровській області.

Чим далі відходить у часі момент, коли оберталася скиба, тим вища ефективна родючість ґрунту, тобто тим вищий урожай. Таких дискретних рубежів існує три. **Перший** – після 4-5 років застосування ґрунтозахисних технологій (період після "шокового" стану ґрунту). В цей час, як би ми не поліпшували культуру землеробства, прирости врожаю, порівняно з традиційною технологією, становлять 4,5-7 ц/га зернових одиниць.

Другий – після 4-5 років впровадження ґрунтозахисних технологій, коли ґрунт значною мірою відновить статус природного тіла, прирости врожаю при тих же витратах, що й раніше, будуть 12-20 ц/га, порівняно з вихідними даними або з традиційними технологіями.

Третій – через 8-9 років використання технологій, ґрунт майже повністю відновлює свій природний статус і його продуктивність менше залежить від стихійних сил природи (посухи, перезволоження та ін.), а середні прирости врожаю у цей період становлять 20-25 ц/га до вихідних. Після 15 років систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, за природним статусом ґрунт наближається до цілинних аналогів, він меншою мірою залежить від стихійних факторів ризику і здатний подвоїти врожай порівняно з вихідним аналогом.

Можна також відзначити, що в ґрунтозахисних технологіях ми удобрюємо ґрунт, а не рослини (культури), а удобрений ґрунт спроможний забезпечити всі потреби рослини завдяки, поліпшенню ґрунтових режимів – поживного, водного, повітряного, теплового та фітосанітарного.

Останнім часом ми спостерігаємо спалювання соломи та стерні на полях. Керівники господарств вважають, коли палити свою стерню, післяжнивні рештки, то можна удобрити поля попелом, який є ефективним фосфорним і калійним добривом. Але ж азот та енергетика

грунтоутворення "полетіли" в повітря, а ґрунти збіднюються. Тому випалювання стерні заборонений захід, що погіршує якість ґрунтів. На полях, де регулярно випалювали стерню та інші післяжнивні рештки протягом чотирьох років, на п'ятий рік не добирають близько 5 ц/га товарної продукції.

Відмова від обертання скиби і використання соломи як органічного добрива посилює процеси нітрифікації. Це призводить до меншого вимивання нітратів у глибину в зимовий період, сповільнення процесів денітрифікації й втрати мінерального азоту, а також зумовлює підвищення цукристості цукрових буряків, кавунів, динь, помідорів та іншої товарної продукції. У той же час заорювання соломи на глибину викликає анаеробний процес бродіння, з утворенням важких органічних кислот – пропіонової, масляної, оцтової, які токсичні для вищих рослин.

На агротехнічних фонах із мінімальним обробітком ґрунту інтенсивніше, ніж на оранці, відбувається фіксація атмосферного азоту азотобактером та іншими мікробами, які вільно живуть у ґрунті, що поліпшує режим азотного живлення рослин.

Ще один важливий аспект, який потрібно враховувати при внесенні нетоварної частини врожаю – досить широке співвідношення C:N. При залишенні стерні, на кожні 10 см її висоти перед обробітком вносять до 10 кг діючої речовини азоту на 1 га. Додаткове внесення азотних добрив не лише усуває депресивну дію в перший рік після заорювання стерні та соломи, але й підвищує загальну ефективність удобрення. В господарствах з розвинутим тваринництвом, замість азотних добрив із соломою, добре використовувати рідкий гній із розрахунку 6-8 т на 1 т соломи.

Спостерігається значне поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів під впливом ґрунтозахисних технологій: зростає структурність ґрунту, зменшується його щільність, утворюється вертикальна орієнтація пор аерації, що значною мірою поліпшує водопроникність і на порядок підвищує несучу спроможність ґрунтів. На поверхні не утворюється ґрунтова кірка, а карбонати ґрунту близько підходять до його поверхні. Посилюється протиерозійна стійкість ґрунтів, спроможність її протистояти водній і вітровій ерозії.

Наявність на поверхні ґрунту мульчі з післяжнивних решток забезпечує зростання температури ґрунту в холодний період року й зниження її у літню спеку. А це виводить тепловий режим ґрунту на оптимум і зменшує невиробничі втрати вологи через випаровування.

Також була відкрита наявність конденсаційної вологи в ґрунті у період посух, коли вона пароподібно переміщується в ґрунті по температурному градієнту і випадає внутрішньо ґрунтовою рососою на твердому посівному ложі, розміщеному близько до поверхні ґрунту.

Систематичне застосування ґрунтозахисних технологій підвищує врожайність вирощуваних культур та поліпшує їхню якість: зростає вміст білка й клейковини в зерні озимої пшениці, і вона переходить у категорії цінних і сильних, збільшується кількість цукру в коренеплодах цукрових буряків, у помідорах та інших овочах, що також поліпшує їхні смакові властивості.

Солома є також джерелом вуглецю. При її розкладі в ґрунт надходить значна кількість вуглекислого газу (до 25% від загальної маси соломи). Зв'язуючись із водою, він утворює вуглекислоту, яка переводить деякі складові соломи в розчин, у тому числі необхідні рослинам поживні елементи. Одночасно солома поліпшує кореневе та повітряне живлення рослин.

Вносити соломі необхідно з урахуванням азоткомпенсації та того, що післяжнивні рештки перешкоджають контакту гербіцидів із ґрунтом, частково (на 30-60%) перехоплюють їх й інактивують. Для боротьби з бур'янами раціональнішим є післясходове внесення гербіцидів. Нерівномірний розподіл соломи на поверхні ґрунту призводить до погіршення якості посівів, фітосанітарних умов тощо. При цьому слід адаптувати ґрунтозахисні технології, що базуються на мінімальному обробітку ґрунту, з використанням нетоварної частки врожаю, до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Безпестицидні технології біологічного землеробства застосовуються з метою вирощування екологічно чистої продукції для дитячого, лікувального і профілактичного харчування. Існують сучасні технології інтегрованого захисту сільськогосподарських культур від комплексів шкідливих організмів, які обґрунтовані прогнозами їх розмноження, при складанні фітосанітарного моніторингу, враховуючи особливості збереження та охорони корисних видів організмів.

Елементи ризику. При впровадженні ґрунтозахисних технологій необхідно враховувати елементи ризику, які можуть виникнути при їх застосуванні та здійснювати заходи щодо їх профілактики. Це, зокрема: 1) відносна азотна недостатність, що спостерігається на низьких агрохімічних фонах у перші 2-3 роки після переходу на безплужний обробіток. Для її запобігання необхідно на фонах нижче N_{45} вносити додатково N_{15-20} , краще – навесні; 2) небезпека підвищення забур'яненості

полів. Вона буває в перші роки, внаслідок значної засміченості орного шару насінням бур'янів; 3) небезпека посилення шкодочинності шкідників і хвороб. Спостерігається при порушенні технологій вирощування культур та сівозмін. Її профілактика полягає у правильному застосуванні технологій і високоякісному виконанні збиральних та інших робіт на полях; 4) несистемність виконання технологічних операцій. Ґрунтозахисні технології мають свій набір технологічних операцій і потребують правильного їх здійснення. Порушення виникають, коли в традиційних технологіях 1-2 технологічні операції замінюють на нові, а інші залишаються від старої технології. Тоді різко знижується ефективність технології й нічого грішить на новітні технології, оскільки вони в повному наборі технологічних операцій не застосовувалися; 5) несвоєчасність виконання технологічних операцій. Ґрунтозахисні технології потребують своєчасного виконання технологічних операцій. Порушення цих вимог призводить до посилення шкодочинності шкідників, бур'янів і хвороб, погіршення ґрунтових режимів та недобору врожаю; 6) некомплектність машин і знарядь. Для впровадження ґрунтозахисних технологій потрібний набір машин щодо їхнього технічного забезпечення, перелік їх наведено вище; 7) психологічна невідповідність спеціалістів. Психологічний бар'єр і настороженість до новітніх технологій пояснюються консервативністю землеробства. Подолати його можна спілкуванням із господарствами, які вже впровадили ґрунтозахисні технології, або своїм досвідом, при порівнянні в полі традиційних і новітніх технологій.

Технічною основою широкого виробничого впровадження ґрунтозахисних енерго-, ресурсо- і вологозберігаючих технологій є формування раціональних комплексів машин та створення нових агрофільних знарядь.

Енергозбереження. Сільське господарство України є значним споживачем енергетичних ресурсів, що великою мірою позначається на собівартості виробленої продукції. Тому енергозбереження для нього має велике значення. Традиційна технологія вирощування культур, яка базується на застосуванні оранки, в середньому за сівозміну використовує 100-120 кг/га/рік паливно-мастильних матеріалів. Якщо площу ріллі сільськогосподарських підприємств в Україні прийняти за 30 млн. га (без присадибних ділянок) і перемножити на витрати паливно-мастильних матеріалів на 1 га, то це виразиться в 3-3,6 млн. тонн на рік, але ж витрачається менше. Тому через нестачу пального порушується агротехніка, частину ріллі господарства перевели в переліг. Не маючи

достатньо паливно-мастильних матеріалів, вони спрощують технології вирощування культур, ігнорують найбільш енергоємні технологічні операції, що впливає на врожайність вирощених культур та їх валове виробництво.

У світовій науці й практиці уже близько трьох десятиріч розробляються і впроваджуються прийоми **мінімалізації обробітку ґрунту**, що обумовлює значне енергозбереження. Цей прийом і задуманий був як шлях до збереження енергетичних ресурсів. Але також виявилось, що мінімалізація обробітку ґрунту посилює інтенсивність ґрунтоутворення в агроценозах та підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Вона дає змогу меншими витратами засобів виробництва одержати вищий урожай сільськогосподарських культур.

Основою енергозбереження в землеробстві є мінімалізація обробітку ґрунту, яка дозволяє збільшити ширину захвату ґрунтообробних машин і зменшити витрати пального. Мульчування поверхні ґрунту післяжнивними рештками дає можливість значно зменшити кількість технологічних операцій, що також забезпечує економію паливно-мастильних матеріалів. Таким чином, організаційним заходом по енергозбереженню є застосування новітніх ґрунтозахисних енерго-, ресурсо- і вологозберігаючих технологій, які поряд з енергозбереженням, значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур і знижують собівартість вирощеної продукції, яка стає конкурентоспроможною на внутрішньому і світовому ринках (рис. 21).



Рис. 21. Комбінований агрегат для мульчуочної системи землеробства Thorit Lemken

Світова тенденція в мінімалізації обробітку ґрунту принесла свої плоди – зниження собівартості вирощеної продукції. У Канаді, в сільськогосподарських провінціях Альберта, Монітоба і Саскачеван, розмір сільськогосподарських ферм досягає 6-8 тис. гектарів. Це не дивує, оскільки в усьому світі відбувається концентрація сільськогосподарського виробництва. Але вражає те, що всі землі ферми обслуговує одна людина – фермер, і тільки на період збирання врожаю він наймає двох тимчасових працівників.

АТЗТ "Агро-Союз" з часу своєї організації (1996 р.) зразу перейшло на мінімальний обробіток ґрунту на глибину 4-5 см.

За період, який минув, господарство подвоїло врожайність культур: від 24-30 до 50-60 ц/га. Однак не це дивує виробників. До організації товариства радгосп "Дружба", на базі якого воно було створено, на 7 тис. га ріллі мав 80 механізаторів. АТЗТ "Агро-Союз" зменшило їхню кількість до 18, а потім – до 12 осіб. У даний час на основі мінімального обробітку ґрунту і широкозахватної техніки близько 8 тис. га ріллі в господарстві обслуговують лише шість механізаторів. Така тенденція життєво необхідна для всієї України.

Використання зазначеної тенденції в усіх господарствах України дасть можливість зменшити витрати пального у землеробстві від 3,0-3,6 до 0,9-1,05 млн. тонн, тобто від 100-120 до 30-35 л/га. Це дасть змогу економити пальне на Україні у галузі землеробства в розмірі 2,1–2,55 млн. тонн.

Науково обґрунтованим є поєднання мінімального обробітку з "нульовим", тобто сівбою в необроблений ґрунт. Наші ґрунтово-кліматичні умови дозволяють теж встановити таке співвідношення: 60-70% – мінімального обробітку і 30–40% сівба у необроблений ґрунт. Це також є резервом подальшого енергозбереження, тому що за "нульового" обробітку ґрунту ми виключаємо 1-2 технологічні операції, на які раніше використовувалося пальне.

Таким чином енергозбереження – один із резервів зниження собівартості. Продукція ж із низькою собівартістю – це умова для її конкурентоспроможності на внутрішньому та світовому ринках.

Питання для самоконтролю:

1. Альтернативне землеробство та його значення в рослинництві.
2. Що таке адаптація рослин?
3. Особливості біологічного (альтернативного) землеробства.
4. Охарактеризуйте основні складові біологічного землеробства.

5. Органобіологічне землеробство та його значення.
6. Біодинамічне землеробство.
7. Класифікація сільськогосподарських культур за реакцією на альтернативні методи вирощування.
8. Основні положення ведення землеробства на біоекологічних принципах.
9. Система точного землеробства та його принципи.
10. Ґрунтозахисні технології вирощування культур.
11. Що є основою органічного (природного) землеробства?
12. Охарактеризуйте особливості використання соломи в якості сухого сидерату.
13. Безпестицидні технології вирощування польових культур, їх застосування.
14. Енергозбереження при впровадженні сучасних технологій вирощування.

РОЗДІЛ 9. АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ ГРУП КУЛЬТУР

9.1. Зернові культури

Загальна характеристика та значення зернових культур. Зернові культури світового землеробства представлені трьома ботанічними родинami: **Тонконогові** (*Poaceae*) (*Злакові Gramineae*) – пшениця (*Triticum L.*), жито (*Secale L.*), тритикале (*Triticosecale*), ячмінь (*Hordeum L.*), овес (*Avena L.*), кукурудза (*Zea L.*), сорго (*Sorghum Pers.*), просо (*Panicum L.*), рис (*Oryza L.*); **Гречкові** (*Polygonaceae*) – гречка (*Fagopyrum esculentum Moench*); **Бобові** (*Fabaceae, Leguminosae*) – горох посівний (*Pisum sativum L.*), квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris L.*), соя культурна, або щетиниста (*Glycine hispida Maxim.*), боби кормові (*Faba vulgaris Moench.*), люпин (*Lupinus L.*), нут культурний (*Cicer arietinum L.*), сочевиця культурна, або харчова (*Lens esculenta Moench.*), чина посівна (*Lathyrus sativus L.*).

Зернові культури становлять понад 70% всіх продуктів харчування людства. Пріоритет їх вирощування у всьому світі зумовлений транспортабельністю, високою продовольчою та кормовою якістю та можливістю зберігати їх на протязі кількох років. Запаси зерна – є стратегічним запасом продовольства у будь-якій країні.

Зернові культури мають:

1) Продовольче значення обумовлене: 1) оптимальним співвідношенням для засвоєння людським організмом та організмом тварин азотистих речовин (білків) до безазотистих (вуглеводнів) $\approx 1:6$ (фізіологічний оптимум). Для порівняння це співвідношення у картоплі – 1:10; бобових – 1:1-2; м'яси – 1:0,25.

2) транспортабельністю (можливість завантаження та перевезення на будь-якому виді транспорту) та стійкістю до зберігання (зерно може на протязі 2-5 років не втрачати своїх якісних характеристик);

3) можливістю випічки хліба із борошна пшениці, жита, тритикале, завдяки наявності **клейковини** (специфічна група білків, яка забезпечує еластичність та пружність тіста, збереження його форми при випічці та збільшення об'єму).

4) можливістю виробництва круп; традиційно до **круп'яних культур** відносять просо, рис, гречку, хоча із зерна будь-якої злакової культури можливо виробляти крупи.

II) Кормове значення: 1) зерно і продукти його переробки є концентрованим кормом для всіх видів тварин. Здебільшого на корм використовують зерно кукурудзи, ячменю, вівса (*еталон кормової цінності – 1 кормова одиниця*);

2) за рахунок високорослості та накопичення біомаси кукурудзу (найчастіше), сорго, жито озиме використовують для виробництва силосу і на зелений корм;

3) солома зернових використовується як грубий корм, а ряд культур вирощують для виробництва сіна (овес, сорго).

III) Технічне значення:

1) виробництво крохмалю із зерна (рис, кукурудза – здебільшого);

2) виробництво спирту (пшениця, кукурудза, рис – здебільшого);

3) виробництво пива (ячмінь – головна культура для пивоваріння, хоча в світі для цього також використовують рис, кукурудзу, овес);

4) виробництво рослинної олії із зародків (кукурудза, пшениця, овес, рис).

Співвідношення продовольчого (пшениця, жито, просо, гречка) і фуражного зерна (ячмінь, кукурудза, овес):

Україна – 65:35

Угорщина – 46-50:50-54

Великобританія – 37-40:60-63

США – 30:70

Проблеми виробництва зерна:

1) незбалансованість структури виробництва продовольчого і фуражного зерна (≈ 5 млн. т перевитрата по причині незбалансованого раціону с.-г. тварин);

2) втрати від збирання до переробки $\approx 5-8$ млн. т;

3) перевитрата насіння при сівбі (низька якість) $\approx 0,1$ млн. т.

Зернові культури поділяються на дві біологічні групи: **озимі і ярі форми**, а за рядом біологічних особливостей на **хліба 1 групи (колосові – пшениця, жито, ячмінь, тритикале, овес)** та **хліба 2 групи (просовидні – кукурудза, сорго, просо, рис)**.

Зернові злакові культури. Характеристика вирощування зернових культур в Україні та світі. Зернові культури є основою всього сільськогосподарського виробництва, адже зерно – основний продукт харчування людини, основний концентрований корм для тварин і сировина для переробної промисловості.

У світі зернові займають величезні площі: пшениця – 216 млн. га, рис – 146,5, кукурудза – 131,5, ячмінь – 73,5 млн. га.

Україна довго була одним з постачальників зерна на європейський ринок. Та ось протягом останньої чверті двадцятого століття зерна не вистачало для забезпечення власних потреб, його закуповували близько 5 млн. т щорічно. На сьогоднішній день, у зв'язку з економічними труднощами в країні, спостерігається тенденція до зменшення обсягів виробництва. Так, у найкращі 1990 та 2008 роки в Україні було зібрано більше 51 млн. т зерна, а в 1996 – лише 24,57 млн. т.

В Україні площа посіву зернових культур у сприятливі роки сягає 15,5-16,5 млн. га, або 45-50% загальної посівної площі.

Стабільний середньорічний валовий збір зерна в Україні можливий в обсязі 60,3 млн. т, що повністю забезпечить внутрішній ринок і відкриє значні експортні можливості. Під зернові та зернобобові культури щорічно слід відводити близько 15 млн. га (70% ріллі). Середня щорічна врожайність 40,2 ц/га дасть змогу отримувати необхідний обсяг продукції. 77% валового збору зерна в Україні буде забезпечуватися трьома культурами – озимою пшеницею, ярим ячменем і кукурудзою.

Найпоширенішою зерновою культурою в Україні є озима пшениця, посіви якої займають залежно від року 6,4-7,3 млн. га землі. До 90% площ її зосереджені у степовій та лісостеповій зонах і лише близько 10% – у поліській. **Друге місце** за площами посіву належить ярому ячменю, який в окремі роки висівають на 3,5-4 млн. га. Вирощують його, як і озиму пшеницю, переважно в Степу й Лісостепу. **Третє місце** – за зерновою кукурудзою, посівні площі якої часто перевищують 1,5-2 млн. га і розміщені переважно у степовій та лісостеповій зонах. Інші зернові злакові культури (жито, тритикале, овес, яра пшениця, озимий ячмінь, просо, рис, сорго) висівають в Україні на площі, яка в різні роки коливається в межах 2,5-3,5 млн. га.

Озиме жито, тритикале і овес поширені переважно на Поліссі та в Лісостепу; озимий ячмінь – в районах Степу; просо – в усіх зонах України; кукурудза на зерно – в Степу й Лісостепу; рис і сорго – у степових районах.

Зерно і соломі багатьох зернових культур використовують як сировину у переробній промисловості. Із зерна виробляють крохмаль, спирт, пиво, декстрин, глюкозу, фітин тощо; із стебел – папір, целюлозу, деревний спирт, картон, поташ та ін. Соломі й полову зернових культур і стебла кукурудзи використовують як грубі корми. Зернові культури забезпечують тваринництво також зеленими кормами,

силосом, сінажем, сіном.

Основне значення зернових культур полягає в тому, що вони є не тільки безпосередньо необхідними і незамінними продуктами харчування людей (хліб, крупи, макаронні, кондитерські та інші вироби), а й найважливішим фактором забезпечення людей висококалорійною їжею тваринного походження – м'ясом, салом, молоком, яйцями та іншою продукцією.

Отже, головна роль у виробництві зерна належить зерновим злаковим культурам, які мають ряд спільних ознак.

Ботанічна та морфологічна характеристика злакових зернових культур. Хлібні культури відносяться до родини *злакові* – Poaceae (Gramineae), яка входить до порядку *тонконогоцвіті* – Poales, класу *однодольні* – Liliopsida, відділу *покритонасінні* – Magnoliophyta.

Коренева система зернових злаків мичкувата, основна маса якої розміщується у верхньому (на глибині до 25 см) шарі ґрунту. У злаків розрізняють первинні, або зародкові, та вторинні, або стеблові, корені. *Зародкові* корені утворюються під час проростання з насінини, а *вторинні* – з підземних і надземних стеблових вузлів та найбільше – з підземного стеблового вузла – вузла кущіння. На відміну від первинних, які відразу ростуть вглиб ґрунту, вторинні корені спочатку ростуть горизонтально, а потім заглиблюються в ґрунт. *Зародкові та стеблові корені* дуже розгалужуються і утворюють кореневу мичку.

В нормальних умовах розвитку хлібні злаки мають більш розвинену вторинну кореневу систему. Основна роль у формуванні вторинної кореневої системи належить кореням, які утворюються підземними стебловими вузлами, особливо, з вузла кущіння. Також деякі хлібні злаки (кукурудза, сорго) досить часто розвивають із надземних стеблових вузлів повітряні, або опірні, корені, які відіграють в основному механічну роль у підтриманні стебла.

Загальна довжина коріння злаків сягає великих розмірів. Так, у рослин пшениці вона становить близько 10 км і проникає у ґрунт на глибину 1,5 м. У кукурудзи та сорго коренева система проникає у ґрунт на глибину 2,0-2,5 м, в озимих пшениці, жита, тритикале – до 2,0 м, в рису – на глибину до 60 см.

Стебло злаків – циліндрична, розділена вузлами, у більшості порожниста (пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес) або виповнена серцевинною паренхімою (кукурудза, сорго, деякі різновидності проса) соломину.

Стебло може мати від 5-7 міжвузль (пшениця, жито, ячмінь та ін.)

до 20 та більше (кукурудза, сорго).

Ріст стебла **інтеркалярний** і відбувається за рахунок поділу й росту клітин вузлів та у більшості хлібів продовжується до кінця цвітіння. Стебло може утворювати бічні пагони з підземних стеблових вузлів, верхній з яких називається вузлом кущіння, а саме явище – кущінням. Крім того, стебла сорго, проса здатні до галуження.

Під час кущіння на стеблі закладаються надземні вузли з дуже короткими міжвузлями і зачатковим колосом. До початку інтенсивного росту у фазу виходу в трубку довжина надземної частини стебла і колоса вимірюється сантиметрами.

Висота хлібних злаків за сприятливих умов росту досягає 1-2 м (найбільша у жита і найменша у ячменю), у кукурудзи та сорго – 2-4 м і більше.

Листок зернових злаків складається з листкової піхви й листкової пластинки і утворюється на кожному вузлі стебла. Листкова піхва захищає стебло від пошкодження та надає йому стійкості проти вилягання. У нижній частині листка утворюється потовщення – **листяний вузол**, який охоплює стебло над стебловим вузлом. У місці переходу листкової піхви в пластинку є тонка плівка, яка називається язичком. Язичок перешкоджає попаданню сторонніх тіл, води, шкідників у середину листкової піхви. З обох сторін язичка на краях листкової пластинки утворюються вушка, які закріплюють піхву на стеблі.

За такими морфологічними ознаками, як вушка і язичок, розрізняють хліба до утворення рослинами суцвіть. Слід мати на увазі, що нормального розвитку язичок і вушка досягають у фазі кущіння.

Суцвіття в хлібних злаків двох типів: **колос** (пшениця, ячмінь, жито, тритикале) і **волоть** (овес, просо, рис, сорго). Кукурудза утворює два види суцвіть: зверху волоть з чоловічими квітками, а в пазухах листків жіноче суцвіття – **качан**.

Колос складається із стрижня, який є продовженням стебла і колосків, що розміщуються на його виступах. У волоті стрижень галузиться на гілочки, на закінченнях яких знаходяться колоски.

Колосок злакових зернових культур має дві колоскові луски і квіт-ки. Колоскові луски захищають від пошкоджень квіт-ки, а потім зерна, які в них розвиваються. Колоски бувають одно-, дво- та багато-квітковими.

Кожна **квіт-ка** складається з зовнішньої, або нижньої, і внутрішньої лусок, між якими розміщується маточка з дволопатевою пірчастою приймочкою та три тичинки (в рисі – шість). Саме на зовнішній квітковій лусці у остистих форм знаходиться **остюк**. Колоскові та

квіткові луски злаків дуже різняться між собою і є важливими ознаками для визначення виду цих рослин. Квітки у хлібних злаків, за винятком кукурудзи, двостатеві.

Плід хлібних злаків – зернівка, яку часто називають зерном. У ячменю, вівса, проса, рису, сорго зернівки переважно вкриті квітковими лусками (плівками) і їх називають *плівчастими*. У пшениці, жита, кукурудзи зернівки *голі*.

Зернівки пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса на черевному боці мають поздовжню **борозенку**. Протилежний бік зернівки називається спинним.

За розміщенням у колоску в зернівці розрізняють нижню і верхню частини. У нижній частині зернівки з спинного боку розміщений зародок. У верхній частині насінини пшениці, жита, вівса є **чубок**, який складається з коротеньких волосків. У деяких хлібів він є досить характерною систематичною ознакою для розпізнавання видів та сортів.

Розміри зернівки визначають, вимірюючи їх довжину, ширину і товщину. **Довжина зернівки** – це відстань від її основи до верхнього кінця, **ширина** – відстань між боковими сторонами і **товщина** – відстань між спинним і черевним боками.

Насінинна злакових культур **складається** із зародка, ендосперму та двох оболонок: внутрішньої – насінної та зовнішньої – плодової, які щільно зрослися між собою. Плодова оболонка утворюється із стінок зав'язі. Під нею розміщені два шари насінної оболонки, що утворюється з оболонок насінного зачатка. Між зародком, який містить первинні корінці і стебельця, та ендоспермом знаходиться щиток, що являє собою сім'ядолю зернівки. Зародок у різних хлібів не однаковий. У пшениці, жита, ячменю його маса становить 1,5-3%, у кукурудзи – 10-14% маси зернівки.

Хімічний склад зерна різних зернових культур відрізняється (табл. 45).

Розрізняють злакові рослини **самозапильні** (пшениця, ячмінь, овес, рис, просо) і **перехреснозапильні** (жито, кукурудза, сорго). Цвітіння триває від 3-4 днів у вівса і до 6-10 – у пшениці.

В Україні та країнах Східної Європи загальноприйнятою є класифікація стадій розвитку зернових культур, як і фаз росту, за Ф.М. Куперман. За цією класифікацією виділяють дві стадії органогенезу рослин – стадію яровизації та світлову стадію. Нормальне проходження стадій розвитку рослиною є необхідною умовою для її переходу до цвітіння і плодоношення.

45. Хімічний склад зерна, % (О.І. Зінченко, 1996)

Культура	Білки	Вуглеводи	Жири
Пшениця м'яка	13,9	79,9	2,0
Пшениця тверда	16,0	77,4	2,1
Жито	12,8	80,9	2,0
Кукурудза	12,8	78,9	5,3
Рис	7,6	72,5	2,2
Гречка	13,1	67,8	3,1

В своєму розвитку зернові знаходяться до виходу в трубку або утворення стебла (ВВСН 10 ... 29^{1*}) у **вегетативному періоді** розвитку, від початку виходу в колос до кінця цвітіння (30...69) – в **генеративному** і від першої стадії дозрівання до повної стиглості і (71...92) – в **репродуктивному періоді**. Вегетативний період співпадає з **системним ростом вегетативної маси**, генеративний період - із **ростом продукту**, тобто зерна. Окремі стадії, з точки зору утворення урожаю, мають різне значення.

46. Шкала ВВСН росту та розвитку зернових культур (СТАДІЇ РОЗВИТКУ ЗЕРНОВИХ)

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе зерно
01	Початок поглинання води
03	Кінець поглинання води
05	Поява кінчика зародкового кореня
06	Зародковий корінь, розтягується, кореневі волоски й/або помітні бічні корінці
01	Поява кінчика зародкової піхви (колеоптиля)
09	Сходи: колеоптиль проходить поверхню ґрунту; листок досягає кінчика колеоптиля
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТІВ	
10	Перший лист виходить із колеоптиля ^{1), 2)}
11	Стадія 1-го листа. Перший листок розгорнутий. З'явилося вістря другого листка
12	Стадія 2-го листи. Другий листок розгорнутий. З'явилося вістря третього листка
13	Стадія 3-го листи. Третій листок розгорнутий. З'явилося вістря четвертого листка
1.....	Стадії, що тривають до...
<i>Продовження таблиці 46</i>	
19	9 і більше листків розгорнуті

МАКРОСТАДІЯ 2: КУЩІННЯ³⁾	
20	Немає кущіння
21	З'являється перший пагін кущіння: початок кущіння
22	З'являється другий пагін кущіння
23	З'являється третій пагін кущіння
2.....	Стадії, що тривають до...
29	Кінець кущіння: максимальне число пагонів кущіння розвинуті
МАКРОСТАДІЯ 3: ВИХІД У ТРУБКУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок виходу в трубку: головний пагін і пагони кущіння спрямовані нагору, починають витягуватися. Відстань колоса від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
31	Стадія 1-го вузла: Перший вузол з'являється на поверхні землі, відстань від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
32	Стадія 2-го вузла: Другий вузол з'являється, відстань від 1-го вузла, щонайменше, 2 см
33	Стадія 3-го вузла: Третій вузол з'являється, відстань від 2-го вузла, щонайменше, 2 см
34	Стадія 4-го вузла: Четвертий вузол з'являється, відстань від 3-го вузла, щонайменше, 2 см
3.....	Стадії, що тривають до...
37	Поява останнього (прапорцевого) листка
39	Стадія лігули (листового язичка): лігула прапорцевого листка помітна, прапорцевий листок повністю розвинений
МАКРОСТАДІЯ 4: НАБРЯКАННЯ СУЦВІТЬ (КОЛОСКІВ АБО МІТЕЛОК)	
41	Листова піхва прапорцевого листка подовжується
43	Суцвіття (колос або мітелка) усередині стебла зрушено вгору, листова піхва прапорцевого листка починає набрякати
45	Листова піхва прапорцевого листка набрякла
47	Листова піхва прапорцевого листка відкривається
49	Остюки з'являються над лігою (листовим язичком) прапорцевого листка. Поява мереж. Ості з'являються над лігулою прапорцевого листа.
МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЯВА СУЦВІТЬ (КОЛОСУ АБО ВОЛОТІ)	
51	Початок появи суцвіття (колосіння): видно верхню частину волоті або колоса
<i>Продовження таблиці 46</i>	
52	Поява 20% суцвіття

53	Поява 30% суцвіття
54	Поява 40% суцвіття
55	Поява половини суцвіття. Нижня частина ще в листовій піхві
56	Поява 60% суцвіття
57	Поява 70% суцвіття
58	Поява 80% суцвіття
59	Кінець колосіння: Колос або волоть повністю з'явилися
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння. Перші тичинки з'являються
65	Середина цвітіння. 50% зрілих тичинок
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ЗЕРЕН (КАРИОПСІВ)	
71	Перші зернівки досягли половини свого остаточного розміру. Вміст зернівок водянистий
73	Рання молочна стиглість
75	Середня молочна стиглість. Всі зернівки досягли свого остаточного розміру. Вміст зернівок молочний. Зернівки ще зелені
77	Пізня молочна стиглість
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ЗЕРЕН	
83	Рання воскова стиглість
85	М'яка воскова стиглість. Вміст зернівок ще м'який, але сухий.
87	Тверда воскова стиглість. Вм'ятина від нігтя не випрямлюється
89	Рання повна стиглість. Зерно тверде, розколюється нігтем великого пальця при значному зусиллі
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
92	Пізня повна стиглість. Зерно тверде, не ламається нігтем великого пальця
93	Зерно слабо тримається в колоску в денний час
97	Рослина повністю відмерла. Солома ламається
99	Збирання врожаю зерна

Яровизація проходить у різних культур неоднаково. Наприклад, яровизація озимих відбувається за температури 0-5°C протягом 35-60 днів, а у ярих культур – при 8-12°C за 5-6 днів.

Світлова стадія характеризується необхідністю для подальшого росту і розвитку рослин певної тривалості дня і ночі. Рослини **короткого дня**, як правило, південного походження – просо, рис, кукурудза

і рослини **довгого дня** – північного – пшениця, жито, овес.

Відповідно, рослини, які потребують тривалої яровизації за низьких температур, висіваються восени, і тому називаються **озимими**. Рослини ж, які яровизуються за короткий час, за вищої температури і висіваються навесні – **яrimi**.

Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних соціально-економічних умовах є значне збільшення і стабілізація виробництва продовольчого та кормового зерна, передусім, зерна провідних зернових культур. Причини низької ефективності зернової галузі впродовж останніх років, крім суто економічних факторів, полягають у недосконалості структури виробництва зерна, використання товарних ресурсів і споживання останнього, великих його втратах у процесі виробництва, досить високій собівартості та низькій якості.

Нині в Україні виникає потреба у переорієнтації розвитку зернового господарства, в тому числі вдосконалення структури посівних площ зернових культур, із метою збільшення частки фуражних культур, яка у валовому зборі становить близько 45%, замість необхідних 65-70%, як у розвинутих країнах світу. Доцільним є розширення посівних площ під зернобобовими культурами, що мають важливе значення, не тільки у виробництві високобілкової рослинницької продукції, але й в агротехніці: добрий попередник під усі культури, позитивний вплив на родючість ґрунту та ін. Нераціональність структури посівних площ полягає також і в тому, що відповідно до “закону толерантності” лімітуючим фактором розвитку організму може бути як нестача, так і надлишок факторів. Стосовно різних екологічних факторів у кожного виду й сорту рослин існують так звані межі витривалості, чи пристосувальні градієнти. Вирощування озимих культур в регіонах із підвищеним погодним ризиком зумовлює значні втрати в сільськогосподарському виробництві. В Україні загибель озимини на площі понад 20% фіксується приблизно у трьох роках із десяти. Щорічно в країні протягом 1996-1999 років гинуло 7,2-13% посівів озимої пшениці, що становить 0,5-0,8 млн. га і 70-90% у структурі загиблих посівів озимих зернових культур. Значні площі загиблих посівів потребують пересіву у весняний період, на що необхідні додаткові фінансові та енергетичні витрати.

ПШЕНИЦЯ (*Triticum*)

Пшениця займає перше місце в світі за посівними площами (біля

230 млн. га) і валовим збором (понад 530 млн. т) і є однією з основних зернових культур. В Україні висівають озиму пшеницю у середньому 6,5 млн. га (в деякі роки до 9,5 млн. га.), або 40% площі всіх зернових. Яру вирощують на площі 400-450 тис. га. У Вінницькій області площі посіву озимої пшениці досягають 363,3 тис. га, а ярої 22,9 тис. га.

Однак площа цієї культури повинна носити динамічний характер. У сприятливій до вологозабезпечення роки її площу доцільно максимально розширювати за рахунок зменшення посівів ярого ячменю. У посушливих умовах тенденція повинна бути зворотною – скорочувати площу озимої пшениці та збільшувати яровий клин ячменю та ярої пшениці, щоб не допустити економічно не вигідного великого пересіву озимини.

Поширеність цієї культури зумовлена її високою біологічною пластичністю щодо екологічних умов і, перш за все, високою поживністю зерна, з якого отримують багато харчових продуктів.

Визначальною ознакою хлібопекарської якості зерна пшениці є вміст у ньому клейковини, основним компонентом якої є прості білки гліадин і гліацін. Так, **клейковина** м'яких пшениць на 80% складається з цих білків, тому і хліб з борошна таких пшениць пухкий. Клейковина ж борошна твердих пшениць містить мало гліадину і гліаціну, тому вона пружна і тягуча. З борошна твердих пшениць виготовляють макарони, вермішель, манку тощо. Серед зернових хлібів пшениця має найрізноманітніший видовий склад – біля 28 видів.

За характером звільнення зерна від квіткових лусок при звичайному обмолоті пшеницю поділяють на: **голозерні** форми (пшениця м'яка, тверда) та **плівчасті** (полба, колхідська, двозернянка).

За **числом хромосом** серед пшениць виділяють чотири генетичні групи: **1) диплоїдна** – містить 14 соматичних хромосом (двозернянка культурна та дика); **2) тетраплоїдна** – 28 соматичних хромосом (тверда пшениця, польська, карталінська, тургідум (англійська), Тимофєєва (Бандурі), двозернянка культурна або полба); **3) гексаплоїдна** – 42 соматичні хромосоми (м'яка пшениця, карликова, спельта, пшениця Маха, круглозерна та ін.); **4) октаплоїдна** – 56 соматичних хромосом (один вид – грибобійна пшениця).

Пшеницю кожного виду за зовнішніми ознаками колоса і зерна поділяють на різновидності. Наприклад, м'яка пшениця має дві найбільш поширені різновидності - *Erythrospermum* – остиста форма і *Lutescens* – безоста форма, що мають жовті та неопушені колоси і червоне зерно.

Різновидності поділяють, в свою чергу, на сорти. Наприклад, до різновидності *Erythrospermum* належать такі сорти, як Одеська 51,

Одеська напівкарликова, Поліська 70, Білоцерківська 47, Київська остиста та інші.

З усіх видів пшениць найбільш поширені у сільськогосподарському виробництві **пшениця м'яка** (*Triticum aestivum* L.) – 90% усіх посівів і 10% **пшениця тверда** (*Triticum durum* Desf.).

За відношенням до процесу яровизації пшениці поділяють на озимі та ярі.

9.1.1. Озимі зернові злакові культури

Пшениця озима (*Triticum*)

Озима пшениця – провідна зернова культура України. Не випадково вона є основним продуктом харчування в 43 країнах світу з населенням більше 1 млрд. чоловік, оскільки в склад зерна входять усі необхідні елементи.

В Україні сконцентровано великий науковий потенціал і накопичено значний виробничий досвід з вирощування пшениці. Провідними установами України з цих питань є Селекційно-генетичний інститут УААН (м. Одеса), де визначних успіхів добились вчені під керівництвом Ф.Г. Кириченка, Інститут фізіології рослин і генетики Національної Академії Наук України (НАНУ) (м. Київ) під керівництвом академіка В.В. Моргуна, Миронівський інститут пшениці УААН (Київська обл.), який досяг світового визнання завдяки роботам В.М. Ремесла тощо.

Значне поширення озимої пшениці в Україні зумовлено її біологічними особливостями. Проростання насіння, фаза сходів і частково кущення відбуваються восени (І-ІІ етапи органогенезу), решта фенофаз й етапів органогенезу – навесні та влітку наступного року (табл. 47).

Органогенез - формування органів рослини в їх ембріональному зародковому стані. Куперман Ф.М. виділила 12 етапів органогенезу озимої пшениці.

У рослин озимої пшениці **перший етап** органогенезу починається з проростання насіння і закінчується утворенням другого листка. Конус наростання ще недиференційований на окремі органи. Тривалість цього етапу 20-30 днів. Поки рослини не завершать стадію яровизації, конус наростання, як правило, залишається в стані першого етапу органогенезу. В цей період встановлюється початкова густина рослин.

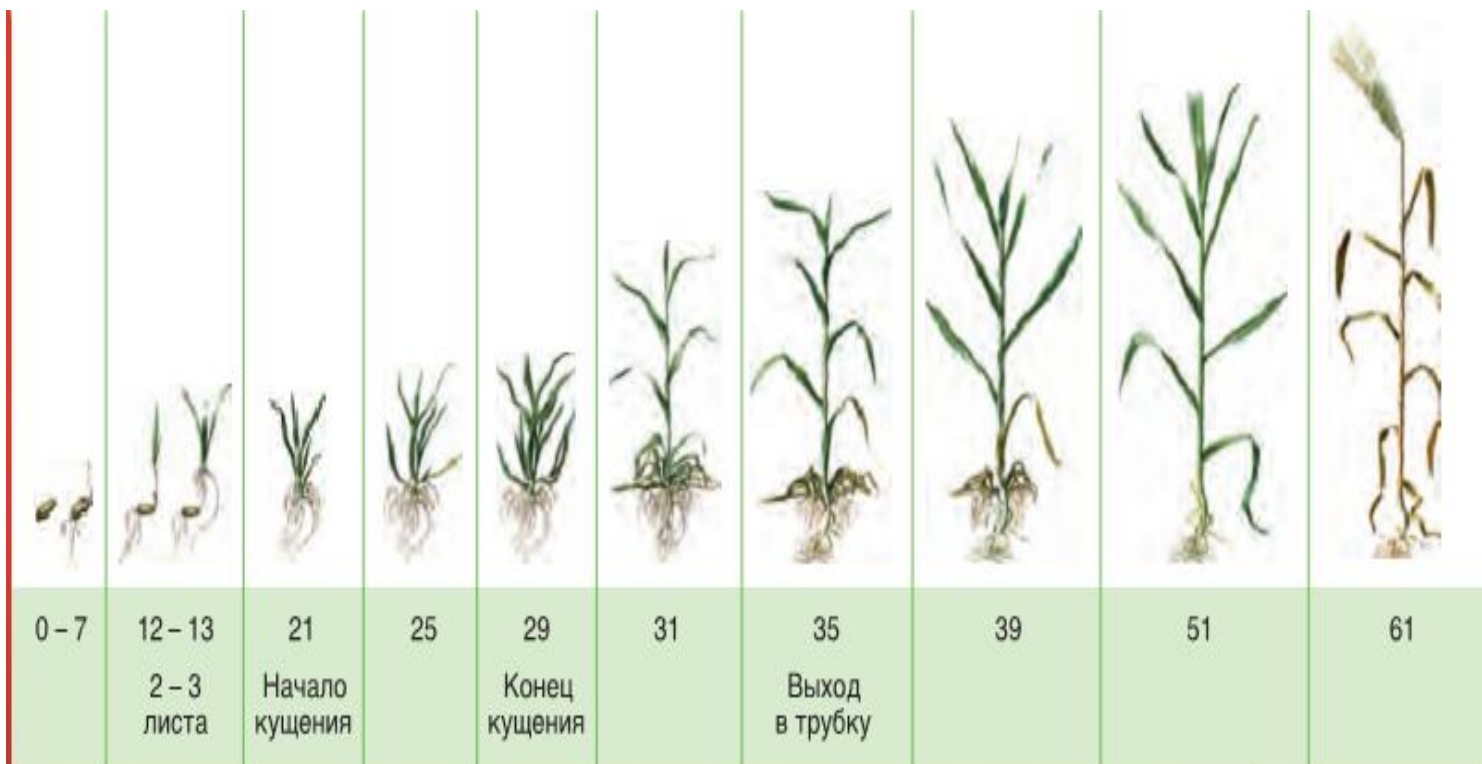


Рис. 22. Етапи органогенезу пшениці озимої за шкалою ВВНС

На **другому етапі** росте конус наростання за рахунок витягування його верхньої частини. Відсутність нормального співвідношення найважливіших елементів живлення призводить до затримки диференціації конуса на вузли, міжвузля і листки. Ріст стебла, його стійкість до вилягання, таким чином, визначаються дуже рано - умовами росту на другому етапі органогенезу.

На другому етапі з бруньок розвиваються пагони кущіння. Відбувається розвиток вузлових (вторинних) коренів. Залежно від строків сівби і метеорологічних умов, цей етап проходить восени і частково навесні. Тривалість етапу 35-40 днів.

Третій етап органогенезу настає, як правило, на самому початку весняної вегетації. Цей етап характеризується витягуванням верхньої частини конуса, наростанням і диференціацією нижньої його ділянки на окремі сегменти, зачатки майбутніх члеників стрижня колоса. Чим більше сегментів формується на III етапі, тим більше може бути члеників колосового стрижня, довшим буде колос, більше може утворитись у майбутньому колосків. Добра заправка ґрунту елементами живлення під оранку і ранньовесняне підживлення азотними добривами сприяє збільшенню числа члеників, а отже і колосків у колосі. Довжина і продуктивність колоса зростають також при тривалішому перебуванні рослин на цьому етапі органогенезу.

Четвертий етап збігається з початком виходу рослин в трубку. Це критичний період для озимої пшениці щодо забезпечення вологою і поживними речовинами, які потрібні як для росту вегетативної маси, так і для закладання колоскових горбків. Від них залежить кількість колосків у колосі. Вчасне внесення добрив майже подвоює озерненість колоса, особливо за помірної температури. Після проходження IV етапу збільшити розміри колоса і число колосків у ньому вже неможливо. Підживлення забезпечує також виживання більшої кількості колосonoсних синхронно розвинутих стебел.

П'ятий етап збігається за часом з ростом другого міжвузля. Він характеризується початком формування квіток у колоску. В колоску може утворюватись до 7-9 квіткових горбочків. Першими починають диференціюватись колоскові горбочки в середній частині колоса, а потім процес іде вгору і вниз уздовж осі. Добра забезпеченість рослин поживними речовинами, вологою, світловий день тривалістю не менше 13-15 годин за температури 15-20°C забезпечують закладання більшої кількості добре розвинутих квіток в колосках і колосі.


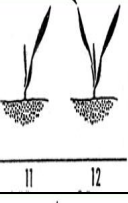

За даними Ф.М. Куперман, якщо при переході до **п'ятого етапу** підсилити живлення рослин, то можна зменшити розрив в темпах формування двох перших і розміщених вище квіток у колосках. Тоді більше квіток у колоску буде утворювати повноцінне зерно, зросте озерненість колоска і колоса. Коли замість звичайних 2-3 квіток буде нормально розвинуто 4-5 квіток і в них утворяться зернівки, то урожайність зросте вдвічі.

Шостий етап проходить у рослин, коли вони перебувають у фазі стеблування, і співпадає за часом з інтенсивним ростом третього-п'ятого міжвузлів стебла. Він характеризується формуванням маточок, пилкових зерен, зародкового мішка й стовпчика приймочки. В цей період особливо важливе значення має вирівняність стеблостою рослин, а також відсутність бур'янів, які затінюють посіви пшениці. Фосфорні добрива, внесені під оранку, позитивно впливають на формування генеративних органів ще й на шостому етапі. Закінчується диференціація всіх частин колоса.



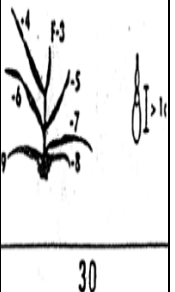

Сьомий етап співпадає з ростом останніх міжвузлів. Йде інтенсивний ріст у довжину всіх органів колоса. В кінці етапу колос досягає характерних для сорту розміру та форми і міститься у піхві останнього листка. На цьому етапі визначається щільність колоса, яка залежить від метеорологічних умов. В роки з великою кількістю опадів

і хмарних днів колос буде більш рихлий, ніж в роки з безхмарними днями і дефіцитом вологи.


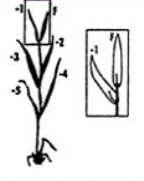
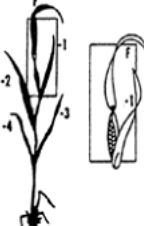
47. Мікро- та макро стадії розвитку пшениці озимої (код ВВСН)

Фенологічна фаза росту	Стадія розвитку	За Фікесом	Міжнародна шкала ЄС	Етапи органогенезу за Куперман		Які елементи продуктивності можна змінити?	Якими агротехнічними заходами підвищується продуктивність рослин?	
				номер етапу	формування органів в ембріональному стані			
1	2	3	4	5	6	7	8	
Макростадія 0: Проростання								
Суша насінина			00			Польова схожість макбути в межах 70-90%	Попередник, підготовка ґрунту, тип сошника, спосіб сівби, глибина сівби, норма висіву, удобрення та ін.	
Поява зародкового корінця			05					
Поява колеоптиле			07					
Сходи: вихід колеоптиле на поверхню ґрунту			09	I	Формування конуса наростання, але він ще недиференційований	Польова схожість, розвиток кореневої системи, одночасність сходів та створення вихідних умов для дружного, рівновеликого росту рослин	Високоякісний передпосівний обробіток ґрунту, загортання насіння на одну глибину (2-3 см), анкерний сошник, внесення добрив під оранку	
Макростадія 1: Розвиток листків								
Вихід першого листка з колеоптиле		I	10			Початок інтенсивної диференціації конуса наростання. Закладаються зачаткові стеблові вузли і міжвузля, листки у вигляді валиків.	Висота рослин, кількість листків, коефіцієнт кушіння, зимостійкість	Попередник, строки сівби, норма висіву, достатні запаси P ₂ O ₅ і K ₂ O у ґрунті. Коефіцієнт кушіння можна значно збільшити внесенням хлормекватхлориду (1,5-2,0 л/га) на стадії 21-25
Фаза першого листка		1.1	11	I				
Фаза другого листка		1.2	12	I				
Фаза третього листка		1.3	13	II				
Фаза четвертого і наступних листків		1.4-1.9	14-19	II				
Макростадія 2: Кушіння 20-29 II								
Боковий пагін у піхві листка			20					

Продовження таблиці 47


1	2	3	4	5	6	7	8
Початок кущіння, рослини одностеблові		2	21	II	Диференціація головної осі зародкового суцвіття на зачатки майбутніх члеників колосового стрижня	Кількість члеників колосового стрижня, довжина колоса	Підживлення азотними добривами (N ₃₀) збільшує кількість сегментів колосового стрижня
Появляється другий пагін кушення			22	II			
Поява третього пагона кушення			23	II			
Повне кущіння, розвинуто до шести стебел		3	25	III			
Кінець кущіння, розвинута максимальна кількість стебел, листові піхви видовжуються		4	29	III			
Макростадія 3: Вихід у трубку							
Початок виходу трубку		5	30		Утворення конусів наростання другого порядку - формування колоскових горбочків. Зміна колоскових горбочків у колос другого порядку (гілкування колоса) відбувається на IV етапі при посиленому азотному живленні та зниженні температури до 10-12°C	Кількість колосків у колосі, формування більшої кількості синхронно розвинутих стебел - продуктивне кушіння. Після проходження IV етапу збільшити довжину колоса і кількість колосків у ньому майже неможливо	Внесення азоту (N _{доп}) може подвоїти кількість зерен у колосі. Внесення хлормекватхлорид у, торпалу проти вилягання. Внесення гербіцидів. Внесення фунгіцидів (байлетон, фундазол, дерозал)
Поява першого вузла		6	31	IV			
Поява другого вузла, початок стеблуння		7	32	V	Закладання покривних органів квітки, тичинок, маточки і приймочок	Кількість квіток у колосках може зрости з 2-3-х до 4-5 шт.	Високий рівень забезпечення азотом

Продовження таблиці 47

1	2	3	4	5	6	7	8
Поява 3-6-го вузла, стеблунання		7	33-36	VI	Закінчення диференціації всіх частин колоса. Формування пильків (мікроспорогенез) та приймочок (мегаспорогенез)	Фертильність квіток (здатність їх до запилення)	Високий рівень забезпечення елементами живлення, особливо фосфором
Останній листок виходить із піхви		8	37	VI-VII	Інтенсивний ріст у довжину члеників колосового стрижня, покривних органів колосків і квіток.	Фертильність квіток. Щільність колоса (при сонячній погоді колос щільний, а при хмарній - нещільний)	Дотримання всього комплексу технологічних вимог. Обробіток фунгіцидами (тілт, альто-супер, рекс, фалькок, імпакта ін.) підвищує урожай на 20-30%
Поява язичка в останнього листка		9	39	VII	Гаметофітогенез, формування яйцеклітин і пилкових зерен		
Макростадія 4: Набухання суцвіття (колосків)							
Листкова піхва прапорцевого листка подовжується		10	41	VII			
Суцвіття колоса в середині стебла зрушено вгору, листкова піхва прапорцевого листка починає набухати			43	VII			
Набухання піхви верхнього листка		10.1	45	VII			
Піхва лопається і з'являється колос		10.1	47-49	VII			

Продовження таблиці 47

1	2	3	4	5	6	7	8
Макростадія 5: Колосіння							
Початок колосіння, видно перший колосок		10.2	51		Гаметогенез, завершення процесів формування всіх органів суцвіття і квітки. Продовжує рости найбільше верхнє міжвузля	Фертильність квіток	Своєчасне азотне підживлення (N ₆₀) забезпечує формування виповненого зерна з високим вмістом білка і клейковини. Обробіток фунгіцидами
Виколосилось половина колоса		10.3	55	VIII			
Видно цілий колос		10.5	59	VIII			
Макростадія 6: Цвітіння							
Початок цвітіння, у середині колоса з'являються перші пиляки		10.5.1	61	IX	Цвітіння, запліднення, утворення зиготи (зиготогенез)	Озерненість колоса. Припиняється наростання вегетативної маси, рослина переходить від вегетативного до репродуктивного розвитку	Дотримання всіх вимог технології. Добрий фітосанітарний стан посівів. Площа листової поверхні в межах 50-70 тис.м ² /га
Повне цвітіння, більшість колосів мають достиглі пиляки		10.5.2	65	IX			
Кінець цвітіння, більшість колосків відцвіло, пиляки засохли		10.5.3	69	IX			
Макростадія 7: Формування зерна							
Вміст зернівки водянистий		11	70	X	Ріст і формування зернівки, зародок і ендосперм збільшуються у розмірах	Розмір зернівки (довжина типова для сорту, на наступних станах уже не збільшується)	Потужний індивідуальний розвиток кожної рослини озимої пшениці у сукупності агробіоценозу

1	2	3	4	5	6	7	8
Рання молочна стиглість			73	XI	Нагромадження поживних речовин у зернівці. Зернівки ростуть у товщину і ширину. Вміст зернівки молокоподібний	Маса 1000 зерен. Натура зерна	Продовження періоду активної діяльності фотосинтетичного апарату за допомогою інтенсивної технології
Середня молочна стиглість		11.1	75	XI			
Пізня молочна стиглість			77	XI			
Макростадія 8: Дозрівання зерна							
Рання воскова стиглість			83	XII	На початку XII етапу продовжується нагромадження пластичних речовин у зерні	Маса зернівки	Інтенсивна технологія забезпечує високу урожайність і якість зерна
Воскова стиглість		11.2	85	XII			
Жовта стиглість		11.3	87	XII			
Макростадія 9: Відмирання							
Зернівка тверда, рослина відмирає, повністю висохла		11.4	91	XII	Перетворення пластичних речовин у запасні	Маса зернівки. Схожість насіння	Для одержання зерна з високою схожістю необхідно застосовувати спеціальну технологію для насінницьких посівів
Мертва стиглість			92	XII			
Період спокою зернівок			95	XII			
Життєздатні зернівки здатні проростати на 50%			96	XII			
Вихід зернівок із періоду спокою			97	XII			
Виникнення другого періоду спокою			98	XII			
Втрата другого періоду спокою			99	XII			

Восьмий етап збігається з фенофазою колосіння. На цьому етапі відбувається завершення процесів гаметогенезу і формування колоса, квіток. Продовжує рости найбільше верхнє міжвузля.

Своєчасне азотне підживлення забезпечує формування виповненого зерна з високим вмістом білка і клейковини.

Дев'ятий етап включає цвітіння, запилення, запліднення, утворення зиготи і початок формування ендосперму. Припиняється наростання вегетативної маси. Цей етап ділить життя рослини на два періоди - **вегетативний і репродуктивний**.

На **десятому етапі** формуються зернівки. За рахунок надходження пластичних речовин з листків і стебла зародок та ендосперм збільшуються у розмірах. В кінці етапу зерно досягає типових для кожного сорту форм. На наступних етапах довжина зернівки уже не збільшується.

Одинадцятий етап збігається з фазою молочної стиглості. Йде інтенсивне нагромадження пластичних речовин у зернівці. Зменшується вологість зерна, відбувається його ріст в товщину і ширину. Добра забезпеченість вологою і елементами живлення в поєднанні з невисокою (не більше 25°C) температурою збільшує масу 1000 зерен і урожайність.

Дванадцятий етап органогенезу за часом співпадає з восковою стиглістю зерна. На початку етапу продовжується нагромадження пластичних речовин у зерні, яке поступово слабшає і повністю припиняється в кінці етапу. Зернівка перестає збільшуватися за розмірами і масою. Поживні речовини зернівки перетворюються на запасні.

Тривалість вегетації восени становить 40-50 днів, весною і влітку – 90-110 днів. Маса 1000 зерен – 35-50 г.

За сприятливих умов сходи з'являються за 7-9 днів після сівби. Через 13-15 днів, коли на рослині утвориться 3-4 листки і на глибині 2-3 см сформується вузол кущення, настає фаза кущення. До зими рослина повинна сформувати 2-4 пагони. Для цього потрібно 40-50 днів осінньої вегетації. Коренева система на цей час заглиблюється на 50-70 см. В осінній період рослини повинні пройти період загартування.

Біологічні особливості. Озимі зернові культури для того, щоб перейти в генеративну фазу розвитку потребують **верналізації** (яровізації), тобто забезпечення потреби в холоді на ранніх етапах розвитку (включно і насіння). Умови її проходження для різних видів неоднакові. Є озимі форми у пшениці, в яких потреба у верналізації настільки слабовиражена (0-10 діб), що їх можна вирощувати і як ярі.

З настанням весни середньодобових температур 4-5°C, пшениця відновлює вегетацію й продовжує кушитись ще 25-30 днів. Після цього починається вихід у трубку (стеблування). Воно триває 25-30 днів і змінюється фазою колосіння, а ще через 4-5 днів настає цвітіння й

припиняється ріст стебла. Пшениця – самозапильна культура, тому запилення може відбуватися і в полеглих посівах, але кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен зменшується та урожайність знижується на 20-40% і більше. Після запліднення формується зернівка, яка через 12-17 днів досягає кінцевої довжини і вступає у фазу ранньої молочної, а потім молочної, тістоподібної, воскової та повної стиглості. Фаза молочної стиглості триває 7-14, воскової – 7-9 днів. У середині воскової стиглості при вологості зерна 33-35% припиняється надходження пластичних речовин у зернівки і можна починати роздільне збирання.

Пшениця – холодостійка культура. Її насіння починає проростати при температурі $+1+2^{\circ}\text{C}$. Для одержання дружних сходів під час сівби повинна бути температура $+14...+16^{\circ}\text{C}$. Якщо ж вона становить $+25^{\circ}\text{C}$ і вища, то формуються слабкі проростки з тонкими корінцями, які дуже уражуються хворобами. Добре загартовані рослини витримують узимку зниження температури в зоні вузла кушення до мінус $17-18^{\circ}\text{C}$, а високо морозостійких сортів – до мінус $19-20^{\circ}\text{C}$. Загартуванню сприяють сонячна погода у передзимовий період протягом 12-14 днів і посилене фосфорно-калійне живлення. Найвища морозостійкість рослин – на початку зими. До весни вона поступово знижується. Значно знижується морозостійкість при періодичному відтаванні та замерзанні ґрунту. Дуже шкідливі перепади температури ранньою весною, коли вже почалося відростання рослин і температура вдень підвищується до плюс $5-10^{\circ}\text{C}$, а вночі знижується – до мінус $8-10^{\circ}\text{C}$.

Пшениця вимоглива до вологи. Протягом вегетації вологість ґрунту повинна бути в межах 65-75% НВ і не знижуватися до рівня вологості розриву капілярів, тим більше до вологості в'янення рослин. При вмісті у 10-сантиметровому верхньому шарі ґрунту доступної рослинам вологи менше 10 мм, сходи з'являються із запізненням і є зрідженими.

Дефіцит вологи в фазі кушення зменшує загальну кущистість, у фазі трубкування – продуктивну кущистість, у фазах колосіння-цвітіння – озерненість колоса, під час формування і наливу зерна – дрібнозерність і щуплість зерна.

Транспіраційний коефіцієнт пшениці становить 320-450. Він знижується при внесенні достатньої кількості фосфорно-калійних добрив, які сприяють розвитку кореневої системи, та роздрібному – азотних добрив.

Пшениця вибаглива до світла. Хмарна погода восени спричиняє неглибоке залягання вузла кушення та погане загартування, внаслідок

чого знижуються морозо- і зимостійкість; навесні можливе вилягання посівів; при наливі зерна зменшується вміст білка в зерні. Відноситься до рослин довгого світлового дня. Недостатнє освітлення навесні є причиною витягування нижніх міжвузль і вилягання рослин.

Культура вимоглива до ґрунтів. Добре розвивається на окультурених структурних ґрунтах середнього механічного складу. Кращими є чорноземні, каштанові та сірі лісові ґрунти з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6-7,0). Високі врожаї можна одержувати на окультурених дерново-підзолистих ґрунтах, при застосуванні підвищених норм органічних і мінеральних добрив, сидератів, вапнуванні, поглибленні орного шару, усуненні надмірного зволоження. Погано росте на солонцюватих ґрунтах, солодах, легких піщаних, важких за механічним складом глинистих ґрунтах, які запливають, де під час вегетації застоюється вода.

За виносом поживних речовин з ґрунту озима пшениця є азотофільною рослиною: 1 ц зерна виносить у середньому з ґрунту азоту 3,75, фосфору – 1,3, калію – 2,3 кг. На початку вегетації особливо цінними для пшениці є фосфорно-калійні добрива, які сприяють кращому розвитку кореневої системи і нагромадженню в рослинах цукрів, підвищенню їх морозостійкості. Азотні добрива більш цінні для рослин навесні та влітку – для підсилення росту, формування зерна і збільшення в ньому вмісту білка.

Технологія вирощування

Озима пшениця широко вирощується в Україні із застосуванням сучасної інтенсивної технології. Суть останньої полягає в оптимізації умов вирощування пшениці на всіх етапах росту й розвитку.

Районовані сорти. Сучасні сорти озимої пшениці характеризуються високим біологічним потенціалом продуктивності, проте реалізація його у виробничих умовах досить низька. Сорти з високою потенційною продуктивністю більшою мірою “сканують” нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища, тому потребують повного технологічного забезпечення для одержання стабільних урожаїв. Вирішуючи питання вирощування культур, потрібно обов’язково ознайомитись із біотехнологічною характеристикою сортів, рекомендованих для зони. Щоб знизити ризик, для вирощування необхідно вибрати 2-3 або 3-4 (залежно від розмірів посівних площ) сорти різних за скоростиглістю та реакцією на умови вирощування. Такий підхід дає змогу краще використати попередники, рельєф, погодні умови конкретного року.

За достатнього ресурсотехнологічного забезпечення перевагу слід надавати сортам **інтенсивного типу**, які здатні найповніше окупити витрати, формуючи сильне та цінне зерно. За обмеженого ресурсо-забезпечення (добрив, засобів захисту тощо) на менш родючих ґрунтах та після задовільних попередників, де потенційні можливості інтенсивних сортів не можуть бути реалізовані повною мірою, доцільно використовувати **пластичні сорти**, які за даних умов здатні формувати середні рівні врожаїв.

Враховуючи специфічність ґрунтово-кліматичних умов Вінницької області, підхід до вибору сортів повинен бути наступний:

- для південних районів області в структурі сортових посівів 75% повинні займати сорти Степового екотипу: Куяльник, Повага, Вдала, Шестопалівка, Донецька-48, та 25% – Лісостепового: Подолянка, Миронівська ранньостигла, Володарка, Перлина Лісостепу;

- для центральних районів: 50% – Степового екотипу (зазначено вище) та 50% Лісостепового: Поліська 90, Подолянка, Фаворитка, Золотоколоса, Смуглянка, Перлина Лісостепу;

- для західних та північних районів: 75% Лісостепового екотипу та 25% Степового (зазначено вище).

Попередники. Пшениця вибаглива до попередників і знижує врожайність при повторному вирощуванні на 15-20, а при сівбі три роки поспіль – на 30-35% і більше. При беззмінному вирощуванні врожайність знижується навіть при внесенні додаткової кількості добрив. Основна причина цього – прогресуюче поширення хвороб, шкідників і бур'янів. Пшеницю не слід розміщувати не лише після пшениці, але й після інших злакових хлібних культур (крім кукурудзи), які мають спільних збудників хвороб, шкідників і бур'яни. Всі попередники повинні бути надійними щодо нагромадження достатньої кількості продуктивної вологи на початок сівби (не менше 10 мм в 10-сантиметровому шарі ґрунту). Ці культури повинні рано звільняти поле й не висушувати ґрунт на велику глибину. Добрими парозаймаючими культурами є вирощуванні на зелений корм озимі жито, пшениця, тритикале, вико- і горохо-вівсяні сумішки, еспарцет на один укіс, кукурудза, яку збирають до викидання волоті, а також інші культури, які збирають не пізніше червня. Добрі попередники – горох, сочевиця, чина. В богарних умовах не слід висівати після сорго, суданської трави, соняшнику, кукурудзи на зерно, трав другого-третього року використання.

У Лісостепу пшеницю необхідно розміщувати в полях зайнятих **парів** посівами на зелений корм і сіно, після конюшини на один укіс,

гороху, сочевиці, чини, картоплі раннього споживання, кукурудзи на ранній силос, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості не пізніше 20 днів до настання оптимальних строків сівби, а в посушливій південно-східній частині – також після чистих парів.

Інтенсивні сильні та цінні сорти пшениці вибагливіші до попередників. Тому, кращі попередники – чисті та зайняті пари, зернобобові культури, потрібно відводити для їх вирощування. В регіонах із достатньою кількістю опадів у липні, серпні й вересні доцільно після збирання ранніх культур лушити поле і висівати сидерати: редьку, гірчицю. Високорослі сорти пшениці доцільно висівати після стерньових попередників, кукурудзи.

Обробіток ґрунту повинен диференціюватися залежно від ґрунтової зони, попередників, типу забур'янення, вологозабезпеченості, часу збирання попередника. Підготовку ґрунту слід починати без розриву в часі після збирання попередника. Потрібно пам'ятати, що утримання поля чистим від бур'янів і сходів падалиці, від збирання попередника до сівби озимих зернових культур – важливий захід боротьби з багатьма шкідниками пшениці та хворобами.

Після стерньових попередників, якщо переважають однорічні бур'яни, поле двічі дискують лушильниками на глибину 6-8 і 8-10 см. Якщо переважають багаторічні бур'яни, перше лущення проводять на глибину 8-10, друге, а по можливості й третє, на глибину 10-12 і 12-14 см, використовуючи знаряддя КПШ-9, ОПТ-3-5, КТС-10 або чизельний культиватор ЧКУ-4, обладнаний стрілчастими лапами. Через два тижні після останнього лущення, коли проростуть бур'яни, проводять оранку на 25-27 см або глибокий плоскорізний обробіток. Окультурені, чисті від багаторічних бур'янів поля орють на 20-22 см. У посушливих, ерозійнонебезпечних умовах після соняшника проводять безполицевий обробіток плугами ПЛН-6-35 або іншим, обладнаними безполицевими корпусами КБ-35, КБЯ-30-35.

Навесні обробіток чорного пару починають із “закриття” вологи боронами БЗСС-1,0, БЗТС-1,0 в 1-2 сліди. Протягом весни і літа проводять різноглибинний обробіток, який забезпечував би максимальне збереження вологи і знищення бур'янів. Після закриття вологи, коли з'являться сходи бур'янів, проводять культивування культиваторами КПШ-8, КЗБ-21 на глибину 10-12 см, а на засмічених багаторічними бур'янами полях – на глибину 12-14 см з одночасним боронуванням. Наступні культивування проводять у міру появи бур'янів із поступовим зменшенням глибини на 1-2 см. Не слід зловживати частими культива-

ціями. Потрібно максимально застосовувати боронування широкозахватними агрегатами, особливо якщо немає багаторічних бур'янів, коли проростки однорічних бур'янів знаходяться в стадії “білої ниточки” під поверхнею ґрунту. Борони незрізаними ребрами спрямовують вперед по ходу агрегату. Якщо поле забур'янене багаторічними бур'янами, щоб зменшити втрати вологи, доцільно до мінімуму звести кількість культивувань та боронувань, обробивши поле гербіцидами.

Якщо перед збиранням парозаймаючої культури і сівбою озимої пшениці достатньо часу, а в шарі ґрунту 0-20 см міститься не менше 20 мм доступної рослинам вологи, то врожайність пшениці мало залежить від способу обробітку ґрунту. При цьому необхідною умовою є створення ущільненого дрібногрудочкуватого посівного шару з агрегатами не більше 3 см у діаметрі.

Після стерньових попередників в умовах осінньої посухи проводять мілкий (10-12 см) обробіток ґрунту дисковими боронами БД-10, БДТ-7, БДТ-3 або тандемними боронами типу “Містраль”, з обов'язковим дотриманням вимог щодо збирання попередника потоковим методом і на низькому зрізі. Економію ресурсів і високу якість обробітку забезпечують універсальні комбіновані агрегати ККП-3,6Н, АКШ-5,4, “Мультитіллер”, “Смарагд”. При достатній зволоженості ґрунту проводять оранку на глибину 12-14 см плугами ПН-4-35, ПЛН-4-35, ПНЛ-8-40 з пристроями ПВР-2,3, ПВР-3,5 для розпушування і вирівнювання поверхні.

Технологічна схема підготовки ґрунту після багаторічних трав передбачає дискування важкими боронами в два сліди, з наступним (розрив в часі 2-3 доби) мілким (на 10-12 см) розпушуванням комбінованими агрегатами КР-4,5, ОПТ-3-5+БИГ-3А+ЗККШ-6 або “Компактор”.

Після гороху поле дискують боронами (БД-10, БДТ-7) в два сліди на глибину 8-10 см, з наступним прикочуванням ґрунту кільчастозубовими котками (КЗК-10) або розпушують боронами БИГ-3А в агрегаті з котками ЗККШ-6. Після проростання бур'янів здійснюють передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння культиваторами типу КПС-4.

Після кукурудзи на силос, з метою закриття вологи, поле дискують важкими боронами БД-10, БДТ-7 на 8-10 см в два сліди, з наступною культивуацією. В залежності від гідротермічних умов і механічного складу ґрунту застосовують культиватори КПС-4, АКП-5, КН-7,2 або комбіновані агрегати АРП-3,6, “Мультитіллер”.

В умовах достатнього зволоження після культур, які рано збирають,

після луцення стерні проводять оранку плугами з передплужниками в агрегаті з секціями кільчасто-шпорових котків і боронами. Глибина оранки – 20-22 см, а після багаторічних трав – 25-27 см. На дерново-підзолистих ґрунтах орють на глибину орного шару – 16-18 або 18-20 см. Після кукурудзи, особливо якщо її збирають не раніше як за 20 днів до сівби пшениці, слід проводити поверхневий обробіток ґрунту на глибину 8-12 см дисковими голчастими або плоскорізними знаряддями. Він ефективний після всіх попередників у роки з посушливою погодою, під час підготовки ґрунту й сівби на чистих полях і при пізньому збиранні попередника. Після гороху проводять теж такий обробіток.

Виняткової уваги потребує **передпосівний обробіток**. Його слід проводити старанно відрегульованими на глибину обробітку лапами культиватора КПС-4, УСМК-5,4 або інших з боронами чи комбінованими агрегатами РВК-7,2; РВК-5, ВПП-5,6 і не залишати необроблених огріхів. Неякісно оброблений по глибині посівний шар призводить до нерівномірної глибини загортання насіння, а це, в свою чергу, – до зниження польової схожості насіння, нерівномірності розміщення сходів по площі та розтягнення появи їх у часі, порушення синхронності розвитку рослин. Передпосівний обробіток проводять у день сівби на глибину загортання насіння. Якщо культивація глибока, а ґрунт пухкий, то поле перед сівбою слід закоткувати.

Перспективними і високоефективними є комбіновані агрегати для обробітку ґрунту КР-4,5, АРП-3, АГ-4 (“Одесасільмаш”), АГ-6 (Калінівський Агромаш), Агро-3, “Галичина” та інші, які за один прохід розпушують ґрунт, підрізають, мульчують, подрібнюють та прикочують поверхню поля.

Передпосівний обробіток ґрунту найбільш доцільно проводити комбінованими агрегатами типу “Європак”, РВК-3,6, АКГ-4 “Борекс” та інші.

Для кращого вирівнювання поверхні ґрунту і проведення якісної сівби, передпосівний обробіток ґрунту виконують під кутом до основного обробітку на глибину загортання насіння 3-6 см. Сидеральні пари перед сівбою дискують на глибину 5-7 см.

“Нульовий” обробіток ґрунту, або “пряма сівба” можуть бути ефективно застосовані після попередників, що звільняють поле в часі, близькому до оптимальних строків сівби і навіть дещо пізніше, але на чорноземних ґрунтах – з доброю структурою та малозабур’яненіх.

Удобрення. Збалансоване мінеральне живлення озимої пшениці

протягом вегетаційного періоду є важливим фактором формування оптимальної конструкції посіву, регулювання продуктивного процесу. За даними польових дослідів Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції, внесення оптимальних норм мінеральних добрив, в поєднанні з інтенсивним захистом, забезпечує 28-32% приросту урожаю, що пов'язано з високою вимогливістю пшениці щодо мінерального живлення. Для продукування 6 т/га зерна із відповідною кількістю соломи, вона споживає 180 кг азоту, 80 кг фосфору і 155 кг калію. Пшениця добре реагує як на мінеральні, так і на органічні добрива. Тому, по можливості, при розміщенні пшениці після зайнятого пару, чи багаторічних трав на один укіс, під неї доцільно вносити 20-30 т/га гною.

Розробка системи удобрення озимих зернових, і в першу чергу озимої пшениці, базується на необхідності найповнішого забезпечення рослин елементами живлення, з урахуванням потреби в них на кожному етапі розвитку. Живлення рослин повинно бути збалансованим у всі критичні фази розвитку.

Науково-обґрунтована система, враховуючи біологічні та сортові вимоги, особливості попередника і родючості ґрунту, визначає види, форми, дози і строки внесення добрив та співвідношення між елементами живлення.

Озима пшениця ефективно використовує післядію органічних добрив, внесених під попередні культури. Норми мінеральних добрив встановлюють з урахуванням запланованої урожайності, вмісту елементів живлення в ґрунті та інших чинників. При цьому використовують розрахункові методи, рекомендовані науково-дослідними установами дози внесення для різних ґрунтово-кліматичних зон, чи нормативи витрат елементів живлення, з урахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення.

На утворення 1 ц зерна з відповідною кількістю соломи пшениця використовує з ґрунту 3-4 кг N, 1-1,3 – P₂O₅, 1,8-2,5 кг – K₂O.

Система удобрення передбачає внесення фосфорних і калійних добрив під основний обробіток ґрунту, а азотних – головним чином під час весняно-літньої вегетації.

При вирощуванні озимої пшениці за ресурсозберігаючою технологією по чорному пару гній вносять в дозі 30-40 т/га, що зумовлює надходження в ґрунт 140-180 кг азоту, 90 кг фосфору і 150-200 кг калію на 1 га.

При розміщенні озимої пшениці після зайнятого пару, багаторічних трав і зернобобових, рекомендується внесення під основний обробіток ґрунту $P_{60}K_{45}$, а після кукурудзи на силос – $N_{30}P_{90}K_{60}$.

На малородючих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся застосовують найвищі, порівняно з іншими зонами, норми мінеральних добрив – 90-120 кг/га азоту, фосфору і калію, з перевагою азоту і калію. Із фосфорних добрив на кислих ґрунтах використовують фосфоритне борошно.

На чорноземах Лісостепу та Степу вносять по 60-90 кг/га мінеральних добрив, з перевагою фосфору та азоту, а на солонцюватих ґрунтах обмежуються внесенням азотних і фосфорних добрив, виключаючи калійні (табл. 48).

При сівбі в рядки слід обов'язково вносити фосфорні добрива в дозі 10-15 до 20 кг/га д. р. у вигляді гранульованого суперфосфату або комплексних мінеральних добрив (нітроамофоска, амофос, нітрофоска), відповідно до наведеного розрахунку за фосфором.

48. Нормативи витрат мінеральних добрив на 1 т зерна пшениці, кг діючої речовини *

Забезпеченість ґрунту елементами живлення	Витрати, кг		
	N	P_2O_5	K_2O
Низька	30	20	22
Середня	28	18	20
Підвищена	20	13	16
Висока	17	11	10

* За даними інституту агрохімії і ґрунтознавства УААН

Норми добрив розраховують за формулою: $D = U \times H$;

де D – норма добрив, кг/га діючої речовини; U – запланована урожайність, т/га; H – норматив витрат добрив на 1 т продукції, кг/га діючої речовини.

При розрахунку доз добрив за даним методом доцільно враховувати максимально допустимі норми мінерального азоту під пшеницю, які в зоні Лісостепу складають 100-140 кг/га.

Система удобрення пшениці передбачає внесення всієї розрахункової норми фосфору і калію восени під основний обробіток ґрунту. Оптимальне живлення вказаними елементами сприяє доброму укоріненню рослин, нагромадженню достатньої кількості цукрів в осінній період вегетації, обумовлюючи, таким чином, добру зимостійкість.

Найбільший економічний ефект, із розрахунку на збільшення валового збору зерна та покращення його технологічних якостей, можна чекати від застосування таких співвідношень 2N: 1P: 1K.

В осінній період озима пшениця споживає близько 10% від загальної кількості азоту. Для нормального росту і розвитку пшениці достатньо, щоб в орному шарі ґрунту запаси мінерального азоту перед сівбою становили 30-40 кг/га. При більш високому забезпеченні рослин азотом (наприклад, при внесенні всієї норми азоту восени), вони переростають, знижується їх зимостійкість та стійкість до хвороб. Крім того, при тривалому знаходженні азотних добрив в ґрунті, азот втрачається внаслідок денітрифікації, вимивання або площинного змиву.

Азотні добрива доцільно вносити восени під передпосівну культивуацію, чи при сівбі близько 30 кг/га д. р. у випадках, коли перед сівбою в орному шарі ґрунту, вміст мінерального азоту (сума аміачного і нітратного) становить до 30 кг/га. Внесення певної кількості азотних добрив восени теж є виправданим у випадках запізнення з сівбою, коли рослини відстають в рості, якщо не внесено добрив до сівби, чи під час сівби, виникає необхідність в осінньому підживленні пшениці. Підживлення азотом в пізньоосінній період (за 15-20 днів до завершення вегетації) доцільне також в тому випадку, коли вміст загального азоту в листках пшениці на початку куціння становить менше 4%. Поряд з азотними добривами, за необхідності вносять фосфорні і калійні з розрахунку 20-30 кг/га д. р., що посилює ріст і розвиток рослин, сприяє формуванню кращої морфологічної конструкції посіву в осінній період.

Підживлення озимої пшениці проводять на хорошому агрофоні два рази, а на низькому – триразово. **Перше підживлення** виконують по мерзло-талому ґрунті, способом розсівання гранульованої форми азотних добрив, на початку весняного відростання рослин (II етап органогенезу, фаза куціння озимини), використовуючи 30% від повної норми азоту (N₃₀₋₆₀). Воно прискорює укорінення рослин, листоутворення, загальну куцистість. У цю ж фазу посіви обробляють гумісолом у дозі 6 л/га. Якщо посіви забур'янені, то обробку проводять у комплексі з гербіцидами (діален супер, гранстар, ультра-720).

Друге підживлення проводять таким же способом на початку виходу рослин у трубку (III етап органогенезу), для підвищення продуктивної куцистості до 50% (N₄₀₋₆₀).

Третє – від фази “прапорцевого” листка і колосіння до початку формування зерна (VII-IX етапи органогенезу), для підвищення

озерненості колоса і виповненості зерна. Це підживлення найбільше впливає на якість зерна. Застосовують його, розсіюючи гранульовану форму азотного добрива, або обприскуючи посіви водним розчином азотних добрив. В останньому випадку слід використовувати сечовину, не більше як 20%-й водний розчин, оскільки розчини аміачної селітри виявляють сенсibiliзуючу гербицидну дію й обпікають листки та інші органи рослин. Останнє підживлення краще проводити позакореневим способом 20-30% розчином сечовини. У фазу колосіння можна проводити позакореневе підживлення карбамідом (N_{30}).

Якщо вирощується сильний або цінний сорт і є можливість одержати сильне зерно, але проведених підживлень недостатньо, тоді проводять **додаткове**, понад розрахункові норми, високоякісне підживлення розчином сечовини або плаву, при дозі азоту 25-35 кг/га у фазі наливу зерна. Цим підживленням можна підвищити вміст білка на 1-2% і клейковини – на 2-4% і більше.

Перше підживлення буде ефективнішим, якщо добрива вносити прикоренево на глибину 4-5 см дисковими сівалками. В такому разі можна застосовувати одночасно і фосфорно-калійні добрива, якщо з якоїсь причини не вся їх доза була внесена до сівби. Питання щодо проведення третього підживлення спірне й донині. Ефективність використання азоту з туків у цьому підживленні знижується, тому цей захід недоцільний у зонах з недостатнім зволоженням та в роки з посушливою погодою в цей період. Отже, у степових богарних районах всю розрахункову кількість добрив слід використати в першому, або першому і другому підживленнях, враховуючи стан розвиненості посівів та величину загальної норми азоту.

За умов ресурсного дефіциту дози мінеральних добрив знижують на половину, компенсуючи їх побічною продукцією. Азотні добрива при цьому вносяться у підживлення лише на IV етапі органогенезу.

Урожайність озимої пшениці підвищується від застосування мікроелементів – марганцю, молібдену, бору та ін. Вносять їх під основний обробіток ґрунту, в рядки під час сівби пшениці або обробляють ними насіння перед сівбою.

Для внесення мікроелементів під час основної підготовки ґрунту використовують такі поширені мікродобрива, як марганізований, молібденізований та борний гранульовані суперфосфати (в середньому по 2-3 ц/га кожний). Ці добрива рекомендовані також для внесення в рядки в дозі відповідно 0,5-1 ц/га, 0,5 та 0,75-1 ц/га.

Для передпосівної обробки насіння використовують сульфат

марганцю, яким обпудрюють насіннєвий матеріал з витратою 50-100 г препарату на 1 ц та 400 г тальку; молібдат амонію – з розрахунку 50 г препарату, розчиненого в 1 л води, на 1 ц насіння або борну кислоту – на 1 ц насіння – 1 г кислоти розчиняють в 2 л води.

Сприятливо позначається на врожайності пшениці внесення мікроелементів, разом з азотними добривами, у вигляді водних розчинів, при підживленні рослин на IV етапі органогенезу. Норми внесення мікродобрив при підживленні 1 га пшениці становлять: сульфату марганцю – 150-200 г, борної кислоти – 500 г, молібдату амонію – 200 г, розчинених у 100-300 л води.

Не зважаючи на те, що в кризових умовах господарювання застосування добрив ускладнюється, не слід забувати, що їх окупність дуже висока. Перед вирощуванням озимої пшениці на кислих ґрунтах їх вапнують.

Підготовка насіння до сівби. Сівба (строки і норми). При підготовці насіння до сівби обов'язковим заходом є протруювання насіння високоефективними універсальними препаратами: вітавакс 200 ФФ (2,5-3,0 л/т), дивіденд стар (1,0-1,5 л/т), байтан універсал (2 кг/т) та інші. При протруюванні насіння доцільно додавати до робочого розчину біостимулятори (емістим, агростимулін, гумісол), які забезпечують приріст урожаю 3-5 ц/га.

Для сівби необхідно використовувати відкаліброване насіння. Доведено, що нерівномірно відкаліброване насіння створює цілий ряд, на перший погляд непомітних, але досить серйозних проблем. Нерівномірне за розміром і масою насіння обумовлює: нерівномірну норму його висіву (при однаковому відкритті висівної котушки насіння потрапить в насіннепровід більше), нерівномірне нанесення протруйників; нерівномірний вертикальний і горизонтальний розподіл у ґрунті і, що найголовніше, нерівномірний ріст і розвиток сходів, бо рослини, отримані з дрібного насіння, програють видову конкуренцію, зменшуючи загальну продуктивність агроценозу. До речі, в с. Радівка, яка є лідером серед АПК області, не висівають насіння з масою 1000 зерен менше 45 грамів.

Дуже важливе і часто вирішальне значення для успішної перезимівлі та високої продуктивності озимої пшениці має своєчасна сівба. Тільки при сівбі в оптимальні строки рослини можуть повністю використати всі необхідні фактори для свого росту і розвитку. Відхилення від оптимальних строків сівби призводить до зниження урожаю на 6-9 ц/га, а в окремі роки – 15 ц/га і більше.

Строки сівби мають значний вплив на формування продуктивної конструкції посіву, перезимівлю рослин, фітосанітарний стан і, як результат, на продуктивність культури. Не дивлячись на те, що досвід вирощування озимої пшениці упродовж декількох останніх років переконливо свідчить на користь дещо пізніших строків сівби, максимальні врожаї (понад 70 ц/га) формуються при сівбі в оптимальні строки.

Критерієм визначення оптимального строку сівби має бути наступний: на час зупинення осінньої вегетації рослини озимої пшениці повинні добре розкущитися, утворивши 2-3 синхронно розвинутих пагони, і знаходитися на II етапі органогенезу, із вмістом цукрів у вузлі кушення понад 25%. Такі параметри забезпечуються тоді, коли озимина восени вегетує близько 50 днів. Строки сівби визначаються у кожному конкретному випадку, беручи до уваги режим зволоження ґрунту, особливості сорту, попередники, організаційно-господарські можливості. Для південних районів Вінницької області оптимальними вони будуть з 18 по 30 вересня; центральних – з 15 по 27 вересня; західних та північних – з 10 по 25 вересня. В будь-якій із вказаних ситуацій допустимим є посів озимої пшениці до 5 жовтня.

Чим теплішими за достатнього зволоження будуть вересень – жовтень, тим більш оптимальні строки сівби будуть зміщуватись у бік пізніх, і навпаки. Але при цьому, слід пам'ятати, що дефіцит вологи в цей період здатний перетворити на пізній будь-який строк сівби.

Пізні строки сівби (після 5 жовтня) є ризикованими, особливо якщо погодні умови зимового періоду будуть близькими до норми, а весна прохолодна і посушлива. За таких умов, пізні посіви не встигнуть розкущитися, сформувати нормальну вторинну кореневу систему, що негативно вплине на рівень врожайності.

Враховуючи специфіку сортів, їх біологічні особливості може бути наступна послідовність сівби. Спершу необхідно розпочинати сівбу з гірших за агрофоном, але добре підготовлених, удобрених попередників (конюшина, кукурудза на зелений корм і силос, однорічні трави, зернобобові), пластичними сортами типу Альбатрос одеський, Українка одеська, Одеська 267, Донецька 48, Коломак 5 та ін. При настанні оптимальних строків, приступити до сівби по удобреному чорному пару сортами Одеська 162, Красуня одеська, Ніконія, Селянка, Ятрань 60, Лада одеська, Прима одеська, Знахідка одеська, Миронівська 65 та іншими. Під кінець висівають сорти інтенсивного типу з високою кущистістю по попередниках, підготовка яких затримується.

Для одержання стабільних, гарантованих урожаїв сортів озимої

пшениці, обов'язково слід уникати ранніх строків сівби (до 2-5 вересня) і пізніх (після 5 жовтня), а також проведення сівби на площах, неякісно підготовлених та з недостатніми запасами продуктивної вологи в ґрунті.

Норма висіву насіння. В основі розрахунків норми висіву повинна лежати необхідність отримання густоти сходів в межах 400 штук на 1 м² для сортів з низьким коефіцієнтом кущення, а для сортів, що інтенсивно кушаться, 350-380 шт./м². За розбіжності між показниками лабораторної схожості та енергії проростання на 10% і більше – норму висіву збільшують на 8-10%.

Дані наукових установ та досвід передових господарств свідчать про те, що при якісній підготовці ґрунту, виконанні сівби в оптимальні строки, достатніх запасах вологи та елементів живлення, дотримання регламентів при подальшому догляді, оптимальна норма висіву для більшості сортів становить 4,5-5,5 млн. /га схожого насіння. Посіви у більш ранні строки від оптимальних потребують зменшення норми висіву, а у більш пізні – збільшення на 0,5-1,0 млн. шт. /га.

Окрім вищезгаданих позицій, **норму висіву насіння збільшують** на 10-20% за таких обставин: 1) після поганих попередників (кукурудзи, круп'яних культур, інших непарових попередників); 2) при висіві напівкарликових сортів; 3) при запізненні з сівбою; 4) за дефіциту вологи та елементів живлення в ґрунті.

Технологія сівби. При виконанні сівби необхідно рівномірно по глибині та довжині рядка розмістити насіння в добре розпушений і зволожений дрібногрудкуватий посівний шар ґрунту. Ці вимоги забезпечуються при якісному виконанні передпосівної культивуації, відповідному регулюванню сівалки та швидкості руху агрегату. Оптимальна глибина загортання насіння 4-5 см. Її збільшують на 1-2 см за умов дефіциту вологи в посівному шарі ґрунту і зменшують у випадках висіву насіння обробленого байтаном, а також напівкарликових сортів. Після сівби, в умовах дефіциту вологи, за необхідності поле прикочують котками.

Основні вимоги при виконанні сівби: 1) прямолінійність рядків; 2) однакова ширина міжрядь; 3) рівномірне розміщення насіння на задану глибину і по довжині рядка; 4) відсутність просівів і надмірного перекриття на стиках суміжних проходів сівалки; 5) додержання заданої норми висіву.

При визначенні норм висіву насіння, необхідно враховувати попередник, наявність вологи в ґрунті, його родючість, строки сівби та біологічні особливості сортів. Кращі показники якості при сівбі

забезпечують пневматичні сівалки типу Містраль, Акорд з робочою швидкістю 10-12 км/год. Механічні сівалки типу СЗ-3,6, СЗП-3,6 рухають зі швидкістю 5-6 км/год.

При сівбі обов'язково залишають технологічну колію (рис. 23) завширшки 1350 мм, яка в подальшому дасть змогу більш якісно здійснювати догляд за посівами – вносити добрива, засоби захисту рослин.

Догляд за посівами. Після сівби, коли ґрунт недостатньо зволожений і грудкуватий, посіви обов'язково прикотковують.

Догляд за посівами слід розпочинати відразу ж після сходів озимої пшениці, систематично проводячи обстеження посівів, з метою виявлення пошкодження рослин шкідниками і ураження хворобами та проведення хімічної боротьби з ними за допомогою рекомендованих пестицидів.

Восени, до настання морозів, для захисту посівів від мишовидних гризунів (при заселенні більше 3-5 колоній на 1 га), в жилі нори розкладають отруєні принади роденфосу, брикети шторму, бактероденциду.



*Рис. 23. Технологічна колія на посівах зернових культур
(загальний вигляд)*

Для контролю за станом перезимівлі озимої пшениці в установленому порядку відбирають моноліти або зразки для відрощування рослин.

Першим прийомом догляду в ранньовесняний період за озимою

пшеницею, яка добре збереглася після перезимівлі, є підживлення азотними добривами. Доцільність його проведення та дозу азоту визначають залежно від часу відновлення вегетації та даних агробіологічного контролю.

Кількість підживлень азотом і їх доцільність встановлюють конкретно для кожного поля, враховуючи стан посівів, біологічні особливості сорту, попередник, родючість ґрунту та результати рослинної діагностики.

В процесі догляду за посівами озимої пшениці проводять **захист її від шкідників та хвороб**. Основою забезпечення ефективного контролю чисельності та поширення шкочинних об'єктів має бути застосування інтегрованої системи, що поєднує в собі комплекс агротехнічних, організаційно-господарських, хімічних та інших заходів. При цьому, слід пам'ятати, що будь-яке спрощення чи фрагментарне використання окремих її елементів, різко знижує її ефективність і неминуче веде до надмірного застосування пестицидів, що в сучасних умовах є вкрай небажаним.

Через істотне потепління та ряд антропогенних факторів, чисельність шкідників значно зросла і в більшості своїй перевищує допустимі пороги шкочинності. Також істотно активізувався розвиток хвороб.

Сучасний асортимент пестицидів для обробки насіння дає можливість широкого вибору найефективніших композицій. Однак, при цьому існують певні ризики. Відомо, що інфекція, яка потенційно загрожує молодим проросткам, може знаходитись як на поверхні насіння (базидіоспори твердої сажки, макроспори фузаріозу колоса), в середині насінини (мікроміцелії летючої сажки), так і в ґрунті (збудники корневих гнилей тощо). Токсична дія більшості препаратів спрямована проти найголовніших хвороб і є досить тривалою. Разом з тим, із подовженням строків осінньої вегетації у зв'язку із потеплінням, термін захисної дії деяких із них є недостатнім. Так, наприклад, вітавакс 200 ФФ, до складу якого входить, окрім карбоксину, тірам (колишній ТМТД), справляє захисну дію проти ґрунтових патогенів 20-23 дні. Отже, потрапивши з насінням у ґрунт, скажімо, 15-20 вересня, 5-15 жовтня фунгіцид вже не може досить надійно захищати молоду кореневу систему. В той же час, гриби роду *Fusarium* (особливо *F. oxysporum*) – найактивніші та найпоширеніші збудники корневих гнилей, зберігають патогенну активність до кінця жовтня.

Протягом останніх двох років, науково доведена і апробована передовими господарствами висока ефективність проти комплексу хвороб нового фунгіциду для протруювання насіння – ламардору 400

FS т.к.с. Значно перевищуючи раксіл ультра FS т. к. с. та його аналоги за вмістом тебуконазолу, препарат містить нову діючу речовину – протіокназол (25%), яка стимулює спочатку розвиток кореневої системи, дещо гальмуючи при цьому ріст і розвиток стебел, що надзвичайно важливо для подальшої вегетації рослин і їх посухо- та зимостійкості. Застосування ламардору значно зменшує надмірне переростання наземної вегетативної маси за ранніх строків сівби. Норма витрати препарату – 250 г на тонну насіння.

За оптимально ранніх строків сівби (до 20 вересня) зростає ризик пошкодження сходів злаковими мухами, а в південних районах – личинками хлібної жужелиці. Велику загрозу сходам озимих створюють також дротяники і особливо озима совка, чисельність якої через потепління та розбалансування інтегрованого захисту різко зросла.

Нагадаємо, що чисельність шкідливого ентомокомплексу можна істотно регулювати за допомогою агротехніки. Так, внесення в рядки при посіві, або під культивуацію мінеральних добрив справляє потужний депресивний вплив на шкідників, що мешкають у ґрунті, насичуючи ґрунтовий розчин солями та випарами аміаку та кислот. Крім того, хлор, що міститься у хлористому калію, має пряму токсичну дію на ентомофауну. Встановлено, що азотні добрива, насичуючи клітинний сік рослин нітратами, роблять його менш придатним для живлення шкідників. За даними Центру наукового забезпечення, внесення під озиму пшеницю $N_{60}P_{60}K_{60}$ зменшує чисельність дротяників у 2 рази.

Зміщення в часі строків сівби в бік більш пізніх, а також заробка у ґрунт падалиці та пирію, дає можливість значно зменшити ризик пошкодження посівів озимої пшениці злаковими мухами, особливо гессенською, яка, як відомо, живе лише 4-5 днів.

Найбільш ефективним протидіючим заходом проти шкідливого ентомокомплексу є хімічний метод. Він може бути реалізований як шляхом нанесення інсектициду на насіння, так і шляхом обприскування сходів. Перший має ряд істотних переваг: екологічно набагато безпечніший; економічно дешевший; гарантує тривалий та надійний захист за будь-яких погодних умов. Відтак, насіння слід обробити (в композиції із фунгіцидами) одним із препаратів (наводимо в порядку, починаючи із найбільш ефективних): круізер (д. р. тіаметоксам) – 0,8 кг; промет (д. р. фуратіокарб) – 2,0 кг; вітчизняний протруйник рубіж (д. р. димстоат) – 2,0 кг на 1 тонну насіння. Круізер має істотну перевагу над іншими, а саме – екологічно безпечніший і справляє більш тривалу (до 45 днів) захисну дію.

Там, де сівбу буде проведено необробленим інсектицидами насінням, слід здійснювати постійний контроль за динамікою чисельності та заселення посівів злаковими мухами (личинки хлібної жужелиці легко встановити завчасно, якщо вони присутні в біоценозі даного регіону). При цьому, слід пам'ятати, що економічний поріг шкодочинності злакових мух, шляхом застосування сачка, встановити досить важко, оскільки відкладання ними яєць може відбутись поза нашим контролем через ряд інших причин. А відтак, потрібно обстежити посіви озимої пшениці на предмет присутності на них яйцекладок, пам'ятаючи при цьому, що шведські мухи (вівсяна і ячмінна) відкладають яйця у фазі першого – другого листка за колеоптиль або листову піхву, що прикриває молоденьке стебельце; гессенська – на поверхню листка, розміщуючи їх ланцюжком. Через 4-7 днів можлива поява личинок. Шкодочинність злакових мух дуже висока, найбільш небезпечним є пошкодження ембріональних тканин. При необхідності, обприскування слід оперативно провести (до зниження температури повітря нижче 12°C) наступними препаратами: Бі-58 новий к. е., данадим 400 к.е., волатон, золон – 1,5 кг/га; децис 2,5% к.е. – 0,2 кг/га; децис профі в.г. – 0,04 кг/га; карате 050 ЕС к. е. – 0,2 кг/га; фастак 10% к. е., або його вітчизняний аналог циклон к. е. – 0,15 кг/га. Якщо в посівах присутні личинки хлібної жужелиці (більше 2-4 особин на 1 м²) – слід внести до суміші препарат, що містить діазинон (базудин 60% EW в.е. – 1,5-1,8 кг/га).

Збирання врожаю. Завершальним і дуже відповідальним етапом при вирощуванні озимої пшениці є збирання врожаю. Правильна організація збиральних робіт є одним із важливих факторів, що визначають успіх проведення жнив. Збирання озимої пшениці, вирощеної за ресурсозберігаючою технологією, проводиться переважно прямим комбайнуванням, при досягненні повної стиглості, коли вологість зерна становить 14-18%.

Роздільним способом збирають високоврожайні, високорослі, схильні до вилягання, забур'янені посіви. Розпочинають його у кінці фази воскової стиглості, коли вологість зерна становить 30%, закінчують – при вологості не менше 20%. Після підсихання валків, коли вологість зерна становить 13-14%, проводиться їх обмолот. Висока організація збиральних робіт, проведення їх у стислі строки (протягом 10-12 днів) і при належному контролі якості, дозволяє своєчасно і без втрат зібрати урожай озимої пшениці.

Жито озиме (*Secale*)

Перші спогади про жито знайдено у римського письменника Плінія (І ст. до н. е.). В III і IV ст. жито вже висівали у районі Керченського півострова, звідки воно поширювалося в інші райони. Короткі відомості про вирощування жита є в літописах Нестора (1056-1115 pp.).

В Україні росте 2 види жита: жито культурне або посівне (*S. cereale*) і жито дике (*S. silvestre*). Вважають, що овес і жито, до введення в культуру, були бур'янами у посівах пшениці.

У Європі жито відоме з бронзового віку. У басейнах річок Дніпра і Дністра його вирощували вже в першій половині I тис. н.е. Згодом звідси жито поширилося на північ, схід і захід континенту. Нині його культивують в зоні помірного клімату майже у всіх районах землеробства. Воно краще росте на бідних ґрунтах, а ніж більшість зернових культур. В Україні жито переважно вирощують на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, у Карпатах, менше – в Лісостепу і Степу, а в Карпатах – на невеликих площах також жито яре. У Вінницькій області площі посіву озимого жита досягають 14 тис. га, а ярого 131 га.

Зерно жита містить 8-19% білка, вуглеводів – 67%, жирів – 2%. Воно містить вітаміни В, Д, Е, клітковину, каротин, мінеральні солі. З житнього борошна випікають хліб, що має добрі смакові якості і за багатьма ознаками не поступається, а інколи перевищує пшеничний. Споживання житнього хліба запобігає захворюванням серця: у житньому борошні міститься лінолева та інші жирні кислоти, необхідні для серцевої діяльності. Житні висівки – цінний концентрований корм. Жито озиме висівають на зелений корм, з нього заготовляють ранній силос, сіно. Виведено багаторічне кормове жито, що дає зелену масу кілька років. Озиме жито має підвищену холодостійкість, інтенсивно відростає навесні і краще родить у тих регіонах, де озима пшениця в певні роки вимерзає.

У лікувальній ветеринарній практиці житнє борошно у вигляді “кашки”, бовтанки призначають як легке проносне при запорах. Відвар із житніх висівок можна застосовувати як внутрішньо при захворюваннях дихальних шляхів (бронхіті, трахеїті, бронхопневмонії), так зовнішньо – у вигляді припарок для дозрівання наривів.

Основні його посіви зосереджені в Європі, частково – в країнах Азії, Північної і Південної Америки. Найбільші їх площі (61,6%) сконцентровано в країнах СНД. Як за площами посіву, так і за обсягами виробництва жита, перше місце у світі посідає Росія, друге – Польща,

третє – Беларусь. На території України озиме жито здавна вважалося цінною продовольчою і кормовою культурою. За останні 80 років його посіви зменшилися з 4517 тис. га до 700 тис. га, урожайність зросла з 10,1 до 23,7 ц/га, виробництво зменшилося з 4,5 млн. т. до 1,18 млн. т. Найбільше жита вирощують на Поліссі та в північній частині Лісостепу. Посівна площа його становить 650-700 тис. га. Середня врожайність жита нижча, ніж пшениці (близько 24 ц/га). З 13 видів жита лише один є культурним.

Широкому поширенню культурного жита сприяло утворення багатьох екологічних типів, пристосованих до певних кліматичних і ґрунтових умов.

Північноросійська група характеризується високорослістю, середнім кущінням, стійкістю проти борошнистої роси, бурої та стеблової іржі, зимостійкістю, схильністю до вилягання форми. Колос, у рослин цієї групи, середній, зерно відкрите і вільно висипається, жовто-зелене середньої і дещо вищої крупності. Це середньостиглі та середньопізні сорти.

Західноєвропейська низинна група включає середньо- і низькорослі, досить стійкі проти вилягання рослини, середнього кущіння, середньостиглі і середньопізні, малостійкі проти борошнистої роси, стеблової та бурої іржі, фузаріозу, високопродуктивні, слабозимостійкі та стійкі проти посухи. Колос щільний, широкий, маса 1000 зерен – до 55 г, забарвлення зелене, зерно слабо висипається.

Степова група – це середньої висоти, досить стійкі проти вилягання – рослини, кущіння середнє, ранньостиглі й середньостиглі, швидко відростають навесні, стійкі проти повітряної і ґрунтової посухи, середньостійкі проти борошнистої роси, бурої та стеблової іржі; холодостійкі, колос середній або короткий, зерно середнє, зелено-жовте, напіввідкрите.

Західносибірська лісостепова група відрізняється низько- і середньорослими рослинами, схильними до вилягання, ранньостиглі та середньостиглі, зимостійкі, не дуже вимогливі до тепла, стійкі проти весняної посухи; характеризуються сповільненим темпом росту та розвитку до колосіння. Зерно дрібне, схильне до висипання із колосків.

Східносибірська лісостепова група – озимі та ярі форми. Середньорослі, середньоранні та середньостиглі; високо зимостійкі й холодостійкі, стійкі проти весняної посухи; слабо сприйнятливі до бурої та стеблової іржі; здатні наливати зерно при невисоких температурах. Колос середнього розміру, вузький, зерно відкрите

дрібне, сіро-зелене, висипається.

Далекосхідна приморська група – це високорослі, схильні до вилягання рослини; середньопізні, із сповільненим темпом розвитку; високо зимостійкі, середньопосухостійкі, сильно уражаються грибними хворобами; зерно дрібне і середнє.

Біологічні особливості. В онтогенезі жито проходить такі ж фенологічні фази та етапи, що й пшениця. За однакових умов сходи жита з'являються швидше на 1-2 дні, і за такий же період воно швидше починає кущитися. Кущення в жита відбувається в основному восени. Весною воно починає трубкування через 18-20 днів від початку весняного відростання, а через 40-50 днів виколошується. Цвітіння настає через 7-12 днів від початку колосіння, у пшениці через 4-5, і триває 7-9 днів. Фаза молочної стиглості настає за 10-14 днів після цвітіння і триває 8-10 днів. Через два місяці після колосіння жито дозріває. Післязбиральне досягання триває довше, тому воно рідше проростає в колосі. Маса 1000 зерен у диплоїдних сортів – 23-38, у тетраплоїдних – 35-52 г.

Жито менш вимогливе до умов вирощування, ніж пшениця. **Озиме жито** вважається видом зернових для легких ґрунтів. У нього добре розвинена **коренева система**, яка проникає на глибину 1,5-2 м й здатна засвоювати фосфор і калій з важкорозчинних сполук. Вузол кушіння у жита формується ближче до поверхні ґрунту, ніж у пшениці (1,7-2 см), частіше формує 2-3 вузли кушіння. Глибина залягання верхнього вузла кушіння менше залежить від глибини сівби. Висота рослин жита – 90-200 см, воно схильне до вилягання. Жито менш чутливе до кислотності ґрунту, добре росте при рН 5,3-6,5, тому його можна вирощувати на малопридатних для пшениці піщаних підзолистих ґрунтах. Але кращими є родючі структурні чорноземи і сірі лісові ґрунти середнього та легкого суглинкового механічного складу. Погано росте на важких глинах, заболочених, засолених ґрунтах.

Воно більш **холодостійке**, ніж інші озимі зернові. Витримує зниження температури на рівні вузла кушіння до мінус 28°C. Насіння починає проростати при 0,5-2°C. Закінчує вегетацію восени і відновлює весною при 3-4°C.

Жито – типова перехреснозапильна рослина довгого світлового дня. Пилок переноситься повітрям. Сприятливою для запилення є тиха тепла погода при достатній вологості повітря. У жарку погоду за низької вологості повітря пилок втрачає життєздатність. Несприятлива для запилення вітряна й дощова погода. При виляганні багато квіток не запилюється та спостерігається череззерниця в колосі. Щоб уникнути

перезапилення, насіннєві ділянки диплоїдних сортів повинні мати просторову ізоляцію 200-300 м, тетраплоїдних – понад 500.

Гібридне жито більш вимогливе до ґрунтових вимог. **Транспіраційний коефіцієнт** – 340-450.

Технологія вирощування

Районовані сорти. На зелений корм рекомендується вирощувати сорт Харківське 55, на зерно – Боротьба, Харківське 98, Харківське 95, Інтенсивне 95, Верхняцьке 94, Дозор і Синтетик 38.

Попередники. Найкращими попередниками для озимого жита інтенсивного типу є багаторічні трави на один укiс, озимі та кукурудза на зелений корм і силос, вико-вівсяні суміші на зелений корм і сіно, горох на зерно, озима пшениця. Добрими попередниками є ріпак, гречка, ранні сорти картоплі. При вирощуванні жита слід враховувати можливість вилягання посівів високорослих сортів при розміщенні їх після багаторічних трав на родючих ґрунтах. У такому разі ці попередники доцільніше використовувати під озиму пшеницю, а озиме жито сіяти після інших рекомендованих попередників.

Обробіток ґрунту. Залежно від попередників проводять основний і передпосівний обробіток ґрунту. Практично такий обробіток здійснюється аналогічно обробітку ґрунту під озиму пшеницю.

Під озиме жито після непарових попередників застосовують, як правило, поверхневий або мінімальний обробіток ґрунту. Проводять його дисковими знаряддями, чизельними чи плоскорізними культиваторами або комбінованими агрегатами.

Після збирання попередньої культури без розриву в часі проводять обробіток ґрунту на глибину 6-8 см дисковими луцильниками ЛДГ-15, ЛДГ-20 і вносять мінеральні добрива. В залежності від фітосанітарного стану поля і механічного складу ґрунту, здійснюють поверхневий обробіток важкими дисковими боронами типу БДТ-7, БД-10 або мілкий безполицевий (безполицеве розпушування) чизель-культиваторами (КЧП-5,4, КЧП-7,2, АПЧ-2,5, АПЧ-4,5) чи плоскорізами (КПШ-9, КПШ-5, КПГ-2,2, КПГ-250) в агрегаті з БИГ-3 і ЗККШ-6А. Найбільш економічно доцільним заходом є застосування комбінованих агрегатів типу “Європак”, АКП-2,5, АКП-5, АРП-3, Агро-3. Ці агрегати за один прохід виконують декілька технологічних операцій і забезпечують високоякісну підготовку ґрунту та одержання дружних сходів, а також значну економію пального.

Удобрення. Озиме жито, на відміну від інших злакових культур,

має потужнішу кореневу систему, тому інтенсивніше поглинає поживні речовини, особливо фосфор з добрив і калій з ґрунту. Добре реагує ця культура і на азотні добрива.

Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, в рядки і в підживлення. Вирощування озимого жита на високому фоні добрив призводить до вилягання. Залежно від типу ґрунту норми повних мінеральних добрив становлять від 45 до 90 кг/га азоту, фосфору і калію. Більш високі дози добрив вносять при сівбі жита після стерньових попередників, при вирощуванні короткостеблових тетраплоїдних сортів, які стійкіші проти вилягання. Після кукурудзи під жито вносять підвищені норми азотних добрив, а після багаторічних трав, гороху, навпаки, їх зменшують.

Калійні добрива повною дозою, фосфорні у кількості 80-85% норми вносять під основний обробіток, решту 15-20% фосфору – в рядки під час сівби, оскільки вони найбільш інтенсивно використовуються рослинами в перший місяць вегетації.

Частину азотних добрив (25-30% від норми) вносять під основний обробіток ґрунту. Максимальне використання азоту припадає на фази кущення – вихід в трубку, стеблування (III-VII етапи органогенезу), тому застосовують його переважно у вигляді прикореневого підживлення у ранньовесняний період.

Слаборозвинені з осені посіви підживлюють азотом з розрахунку 30-40 кг/га д.р. по мерзло-талому ґрунту.

За даними Зінченка О.І. (1996), жито озиме позитивно реагує на внесення органічних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах 30-40 т/га, на чорноземах Лісостепу – 20-25 т/га.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують кондиційне насіння рекомендованих сортів. Протруювання насіння є обов'язковим профілактичним заходом, який зменшує ураження проростків грибковими хворобами.

Найбільш ефективними протруйниками є вітавакс 200 ФФ (2,5-3,0 л/т), фундазол (2,0-3,0 кг/т).

Строки сівби. Сівба. Для створення сприятливих умов росту і розвитку жита в осінній період, запобігання його переростання та зниження морозостійкості, його слід сіяти у другій половині рекомендованих оптимальних строків сівби озимої пшениці. У цьому разі сума ефективних температур, до настання постійного похолодання (4-5°C), досягне оптимальної для жита величини (500-550°C), за якої формуються

найбільш стійкі проти несприятливих умов зимівлі рослини (мають по 3-5 пагонів). З урахуванням конкретних умов вирощування в умовах Лісостепу, озиме жито краще зимує при сівбі в третій декаді вересня. Спочатку слід висівати диплоїдні сорти, а також жито, яке буде розміщене після гірших попередників.

Норма висіву насіння. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий, із залишенням технологічних колій (Рис. 23). Норма висіву залежить від ґрунтово-кліматичних умов, строків сівби, попередників, системи добрив та біології сорту.

Норма висіву диплоїдних сортів 5,0-5,5 млн. схожих зерен на 1 га. Норма висіву тетраплоїдних сортів повинна бути на 0,5-1,0 млн. /га зерен меншою. При запізненні із сівбою, сівбі на бідних ґрунтах, застосуванні перехресної або вузькорядної сівби, норми висіву збільшують на 10-15 %.

В степових регіонах оптимальна норма складає 3,5-4,0 млн. схожих насінин на 1 га. Глибина загортання повинна складати 3-4 см, на легких ґрунтах – 5-6 см, при сухій погоді – 6-7 см.

Догляд за посівами. Після сівби поле обов'язково прикочують кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6.

Для захисту сходів від озимої совки, хлібних жужелиць та злакових мух, при пороговому заселенні ними, проводять обприскування посівів тими ж препаратами, що й озиму пшеницю. Восени проводять боротьбу з мишовидними гризунами. Для попередження вилягання посівів озимого жита ефективним є застосування ретардантів, які вносять у фазі трубкування (V-VI етапи органогенезу).

Жито добре протистоїть бур'янам, тому потреба в застосуванні гербіцидів на високопродуктивних посівах практично не виникає.

Боротьбу з хворобами та шкідниками проводять за такою ж схемою, як і озимої пшениці.

Збирання врожаю. Жито доцільно збирати методом прямого комбайнування. Необхідно мати на увазі, що ця культура дуже схильна до вилягання, осипання і проростання зерна, тому його збирають в короткі строки (за 5-8 днів). Полеглі та забур'янені посіви збирають роздільним способом у фазі воскової стиглості, коли вологість зерна становить 25-30%. Пряме комбайнування проводять у фазу повної стиглості, коли вологість його становить 14-15%.

На токах господарств зерно відразу ж доводять до базисних кондицій.

Ячмінь озимий (*Hordeum*)

Ячмінь озимий в Україні висівається на незначній площі 400-500 тис. га. У Вінницькій обл. площі посіву його досягають 32,9 тис. га. Зерно його найкраще збалансоване за амінокислотним складом і наближається за кормовими якостями до стандартних концентрованих кормів.

Озимий ячмінь має певні переваги над ярим: при нормальній перезимівлі більш урожайний; досягає раніше – на 10-16 днів. Він дає високоякісне зерно (ранній концентрований корм для тваринництва) та є високопродуктивною культурою, що здатна забезпечувати 55-65 ц зерна з гектара.

Біологічні особливості. Озимий ячмінь менш вимогливий до ґрунтів, ніж озима пшениця, проте його вирощування значно лімітується кліматичними умовами – найменш морозо- і зимостійкий серед хлібних озимих культур. Він поширений у регіонах із теплими зимами. Північна межа вирощування озимого ячменю в Україні проходить через Львівську, Тернопільську, Вінницьку, Луганську області. Він пошкоджується навіть при температурах мінус 12-13°C, якщо вона триває довго на такому рівні. Завдають шкоди ячменю глибокі зимові відлиги і ранньовесняні похолодання, оскільки при настанні теплих днів він швидко починає відростати. Восени може виходити в трубку, після чого морозо- і зимостійкість різко знижується. Багато сортів ячменю є дворучками і вони встигають пройти її при осінній, зимовій та весняній сівбі. Пояснюється це тим, що стадія яровизації триває 30-40 днів.

В індивідуальному розвитку озимий ячмінь проходить такі самі технологічні фази й етапи органогенезу, як і інші зернові озимі культури. Проте, тривалість фенологічних фаз у нього коротша, тому і загальний період вегетації менший. Озимий ячмінь на 9-10 днів досягає раніше від озимої пшениці й на 12-14 днів раніше від ярого ячменю.

Ячмінь – самозапильна культура. Кращими для нього є багаті на легкодоступні форми елементів живлення структурні чорноземні, каштанові ґрунти середнього механічного складу з рН 6-7,5. Важкі, засолені, підтоплювані ґрунтовими водами, кислі, безструктурні піщані ґрунти малопридатні для вирощування озимого ячменю. **Транспіраційний коефіцієнт** – 300-450.

Технологія вирощування

Сорти. Для вирощування рекомендуються сорти Основа, Достой-

ний, Трудівник, Ковчег, Вавілон, Восход, Росава, Тамань, Манас, Михайло та інші.

Попередники. Озимий ячмінь характеризується невисокою вимогливістю до попередників. Кращими серед них у сівозміні є чисті або зайняті пари, багаторічні й однорічні трави, зернові бобові культури, кукурудза на зелений корм і силос. Проте, по цих попередниках в першу чергу розміщують озиму пшеницю, тому для ячменю залишаються ті просапні культури, які рано збирають: кукурудза на силос і зелений корм, окремі види овочевих культур. При умові інтегрованого захисту від хвороб і шкідників, для нього непоганим попередником є також озима пшениця.

Обробіток ґрунту. Такий самий, як і під озиму пшеницю. Залежно від попередника, вологості ґрунту та забур'яненості проводять диференційований по глибині та способах основний обробіток ґрунту, використовуючи при цьому лемішні, плоскорізні, чизельні та дискові знаряддя. Основний обробіток повинен бути якісно проведений не пізніше ніж за 20 днів до сівби ячменю.

Передпосівний обробіток ґрунту краще проводити комбінованими агрегатами типу “Європак”, РВК-3,6, АКГ-4 “Борекс” та іншими агрегатами на глибину загортання насіння.

Удобрення. Озимий ячмінь добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. Це пов'язано з його інтенсивним кущенням і наростанням вегетативної маси та коротким періодом активного засвоєння поживних речовин з ґрунту. Мінеральні добрива в Лісостепу вносять у середньому по 45-60 кг/га усіх елементів живлення. Фосфорні добрива до 90% від норми та повну норму калійних добрив використовують під основний обробіток ґрунту, близько 10% фосфорних добрив – в рядки під час сівби ячменю. Азотні добрива вносять при розміщенні ячменю після кукурудзи, стерньових попередників у два прийоми: половину норми – до сівби, іншу половину – в підживлення навесні на II етапі органогенезу; після зернобобових – повну норму у весняне підживлення у фазі кущення (II етап органогенезу).

При дефіциті мінеральних добрив, їх доцільно використовувати для припосівного внесення в рядки у вигляді комплексних добрив у дозі 10-15 кг д. р. NPK. Озимий ячмінь непогано використовує післядію мінеральних та органічних добрив.

Підготовка насіння до сівби. Обов'язковим заходом при допосівній підготовці насіння повинно бути протруювання його високо-ефективними препаратами: вітавакс 200 ФФ (2,5-3,0 л/т), дивіденд стар

(1,0-1,5 л/га) та іншими. Насіння цими препаратами можна обробляти за 2 тижні до сівби.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Встановлено, що озимий ячмінь найкраще розвивається і витримує несприятливі умови зимівлі при сівбі через 10-12 днів після висівання озимої пшениці або під кінець оптимальних строків її сівби. Типово озимі сорти ячменю слід висівати на 5-7 днів раніше, ніж сорти “дворучки” (Основа, Достойний), яким властиве сильне переростання. Для типово озимих сортів ячменю оптимальними строками сівби у Лісостеповій зоні вважається 20-30 вересня.

Сіють озимий ячмінь звичайним рядковим способом із залишенням технологічних колій. Застосовують також вузькорядну й перехресну сівбу. Норма висіву на родючих і добре підготовлених ґрунтах з достатньою кількістю вологи може бути на рівні 3,5 млн./га. При запізненні із сівбою та погіршенні умов вирощування, норму висіву збільшують до 4,0-5,0 млн./га (400-500 насінин/м²). Середня глибина загортання насіння повинна складати 3-6 см.

Догляд за посівами. Після сівби озимого ячменю поле слід закоткувати котками типу ЗККШ-6.

Для боротьби з мишовидними гризунами восени, до настання морозів у жилі нори розкладають отруєні принади з роденфосу, застосовують шторм або бактероденцид.

Для контролю за станом перезимівлі озимого ячменю в установленому порядку відбираються моноліти або зразки для відрощування рослин.

Після відновлення весняної вегетації проводять підживлення посівів азотом.

Забур'янені посіви озимого ячменю у фазі кущення обробляють гербіцидами групи 2,4-Д та іншими препаратами.

Озимий ячмінь часто уражується борошнистою росою, іржею, смугастим гельмінтоспориозом, сажковими та вірусними хворобами. При появі перших ознак захворювання посіви обробляють високо-ефективними фунгіцидами.

Для запобігання вилягання рослин, посіви слід обробити ретардантами Композаном та іншими на III-IV етапах органогенезу.

Збирання врожаю. Серед зернових колосових культур озимий ячмінь досягає найраніше. Кращим методом збирання є пряме комбайнування. Його розпочинають при вологості зерна 14-17%. Коли на посівах багато підгонів, або сильна забур'яненість, урожай збирають роздільно. Запізнення зі збиранням призводить до великих втрат

урожаю.

Тритикале озиме (Triticale)

Тритикале – нова злакова зерно-кормова культура. Характеризується підвищеною зимостійкістю, посухостійкістю, урожайністю доброякісного зерна, імунітетом до хвороб. Переважно вирощуються сорти зернового тритикале. Зерно використовується для хлібо- кондитерських, спиртогорілчаних виробів і як фуражне. Вирощується в Україні на обмеженій площі до 150 тис. га.

За будь-яких агрокліматичних умов стабільно високу врожайність зерна з високими хлібопекарськими якостями забезпечує вирощування тритикале. Ця культура стійка до сучасних факторів ризику і має всі підстави на істотне розширення посівних площ. Інститутом кормів УААН виведено високоврожайний, перспективний сорт тритикале Полянське, який за результатами сортовипробування останніх двох років перевищив стандарт по урожайності на 7-8%.

Тритикале – штучно виведена рослина схрещуванням пшениці (м'якої й твердої) та жита. Тому багато морфологічних ознак і біологічних властивостей у нього є проміжними між пшеницею та житом.

Біологічні особливості. В індивідуальному розвитку проходить такі ж етапи органогенезу і фенологічні фази, як і всі озимі культури. Коренева система добре розвинена, проникає в ґрунт на 1,5-2 м. Вона краще, ніж у пшениці, засвоює елементи живлення. Добре кущиться, часто краще від пшениці й жита. Форми, виведені за участю багаторічного жита, мають необмежений в часі період кущення. Зерно містить на 1,5-2% більше білка, ніж зерно пшениці, але клейковина дуже липуча, розтяжна, має гірші хлібопекарські та технологічні якості. Рослина переважно самозапильна, але у різних сортів перехресне запилення може досягати від 5-10 до 40%. Зернівки більші, ніж у жита і пшениці. Маса 1000 зернівок – 40-60 г. При повному бубнявінні поглинає 55-60% води від власної маси.

Мінімальна **температура** проростання насіння 1-2°C. Морозостійкість загартованих рослин близька до морозостійкості жита. Посухостійкість зумовлюється добрим розвитком кореневої системи, товстим шаром воскового нальоту на листках і стеблах, високою водоутримуючою здатністю клітин. **Транспіраційний коефіцієнт** – 360-450. Особливо шкідливий дефіцит вологи за 5-8 днів до виколошування та під час формування й наливу зерна. У першому випадку спостеріга-

ються через зерницю в колосі та стерильність верхівки колоса, у другому – зменшення розмірів і виповненості зерна. На час дозрівання в деяких сортів колос стає ламким.

Кращі ґрунти – структурні чорноземи, окультурені сірі лісові середнього механічного складу з рН 5,6-7,5. У цілому до ґрунтів менш вибагливе, ніж пшениця. Погано росте на засолених, запливаючих глинистих, а також легких піщаних, заболочуваних ґрунтах.

Технологія вирощування

Сорти. Сорти тритикале зернового та кормового напрямку: Zenit одеський, Амфідиплоїд 42, АДМ-5, АДМ-4, Амфідиплоїд 15, Чародій, Славетне, Ураган, Сувенір, Київське раннє, Регіон, Благодатний, Буяна, Ладне.

Попередники. Тритикале менш вимогливе до попередників, ніж озима пшениця, що дозволяє вирощувати його в короткоротаційних зернових сівозмінах. Добрі попередники для тритикале – чисті й зайняті пари, багаторічні бобові трави, рання картопля, кукурудза на силос, горох та інші зернобобові, льон, гречка. На родючих ґрунтах урожайність тритикале вища, ніж жита, а на бідних і після гірших попередників – навпаки – вища, ніж пшениці.

Обробіток ґрунту. Після зернобобових, однорічних трав, озимого ріпака, кукурудзи на силос та чистих від багаторічних бур'янів полях застосовують поверхневий або мілкий безполицевий обробіток. Без розриву в часі ґрунт обробляють на 6-8 см дисковими лушпильниками, вносять мінеральні добрива і проводять основний обробіток в двох напрямках важкими дисковими боронами, чизель-культиваторами, плоскорізами.

Після багаторічних трав та на дуже забур'яненних багаторічними бур'янами полях проводять оранку на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням ЗККШ-6.

Відразу ж після основного обробітку, ґрунт якісно розробляють до стану готовності перед сівбою. Передпосівна культивація проводиться на глибину заробки насіння.

Удобрення. Культура добре реагує на внесення мінеральних та органічних добрив, непогано використовує їх післядію. Органічні добрива (в Лісостепу 20-25 т/га) слід вносити під основний обробіток ґрунту або під попередню культуру.

Загальна норма внесення мінеральних добрив у Степу $N_{45}P_{45}K_{45}$. Середні дози мінеральних добрив в Лісостепу та Поліссі – $N_{80}P_{60}K_{60}$. Фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток, азотні –

у підживлення. При нестачі добрив їх необхідно використати в першу чергу для припосівного внесення та підживлення навесні. В рядки краще вносити комплексні добрива з розрахунку 10-15 кг/га д.р. NPK.

Якщо норма азоту не перевищує 60 кг/га, тоді її вносять при першому ранньовесняному підживленні. Якщо ж норма більша, то її ділять порівну для першого й другого підживлень. Коли рослини добре розкущені, то на друге підживлення залишають більшу частину азоту. Гарний ефект на слаборозвинених з осені посівах тритикале дає ранньовесняне підживлення N_{30} по мерзлоталому ґрунту.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують насіння чистотою не нижче 98%, схожістю не нижче 90% для зернових сортів і 85% – для кормових.

Щоб запобігти розвитку сажкових хвороб, альтернаріозу, ріжок, захистити молоді рослини від ураження кореневими гнилями, насіння слід протруїти за методом інкрустування фунгіцидними протруйниками, а при наявності ґрунтових шкідників – з доповненням інсектициду. Перед протруюванням, насіння слід прогріти на сонці 3-4 дні.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Оптимальними строками сівби тритикале є 10-25 вересня, що дозволяє рослинам до припинення вегетації утворити 3-5 пагонів.

Оптимальною нормою висіву тритикале є в Поліссі 5,5-6,0 в Лісостепу – 5,0-5,5, в Степу 4,0-4,5 млн. схожих зерен на 1 га. Норми слід диференціювати залежно від біологічних особливостей сорту, крупності насіння, зволоження, забур'яненості поля, родючості ґрунту. Глибина заробки насіння 3-5 см.

Догляд за посівами. Після сівби поле прикочують кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6.

Для захисту посівів від озимої совки, хлібної жужелиці, попелиці, злакових мух, сходи тритикале у фазу 2-3 листки обприскують високоефективними інсектицидами.

До припинення осінньої вегетації на посівах озимого тритикале, при пороговому заселенні мишовидними гризунами, застосовують родентициди.

У фазу кущення при пороговій забур'яненості, посіви обробляють препаратами групи 2,4-Д або іншими рекомендованими гербіцидами. Тритикале стійке проти вірусних і грибкових хвороб, відносно стійке до борошнистої роси, летючої і твердої сажки, слабо пошкоджується бурюю іржею.

Для попередження вилягання посіви високорослих сортів на IV-V етапах органогенезу обробляють ретардантами (Композан та ін.) за

прийнятою схемою.

Збирання врожаю. Кращим способом збирання тритикале є пряме комбайнування. Щільно закриті колосковими лусочками зерно не обсипається при дозріванні, що дозволяє збирати врожай без втрат, навіть із невеликим запізненням. З іншого боку, значне запізнення із збиранням може призвести до обламування колосся. Окрім того, в деяких сортів насіння має здатність до проростання в колосі.

9.1.2. Ярі хліба

Культури, які плодоносять у рік сівби, називають яrimи. Ярі форми мають хліба першої і другої групи: пшениця яра, жито яре, ячмінь ярий, овес і всі просовидні хліба (кукурудза, просо, сорго, рис). Для їх яровизації необхідні більш високі температури при весняному освітленні (від +5 до +20⁰С протягом 7-20 днів). Крім озимих і ярих культур існують перехідні форми – дворучки, які стадію яровизації проходять при температурах від 4-5 до + 15⁰С. Висівати їх можна як восени, так і весною.

9.1.3. Ранні ярі хліба

Хлібні культури, які порівняно легко витримують весняні заморозки, висівають першими на початку весняних польових робіт і називають ранніми яrimи. Вони і досягають раніше інших ярих культур. До них належать яра пшениця, ячмінь, жито (яриця).

Ярі хліба менш урожайні, ніж їх озимі форми (через це в Україні більш поширені озимі форми пшениці та жита).

Рослини пшениці, ячменю і вівса вологолюбні та холодостійкі, фізіологічно активними є температури вище +5⁰С. Ріст і розвиток на початку вегетації швидкий. Рослини довгого дня.

Пшениця яра (*Triticum*)

Посівні площі під ярою пшеницею в Україні за роки незалежності суттєво збільшились – з 9 тис. га у 1990 році до 495 тис/га у 2006 році. Яра пшениця, як і озима, стає надзвичайно важливою стратегічною зерновою культурою держави, підвищуючи її продовольчу безпеку.

В Україні досить сприятливі Умови для її вирощування, а сучасні сорти мають високий потенціал урожайності – 50-60 ц/га, містять 14-16% білка і до 30-35% високоякісної клейковини. За розрахунками фахівців, посіви ярої пшениці мають сягати 1 млн. га, в тому числі м'якої – 650 тис. га, із зерна якої виробляють борошно для високоякісних хлібобулочних виробів, та 350 тис. га – твердої, зерно якої викорис-

товують в круп'яній промисловості, а борошно – для виробництва макаронів.

Біологічні особливості. Насіння ярої пшениці починає проростати при температурі 1-2°C, сходи з'являються при 4-5°C. Сходи витримують заморозки до мінус 8-10°C, а в фазі кушіння – до мінус 7-9°C. Починаючи з колосіння і до молочної стиглості рослини пошкоджуються заморозками мінус 1-2°C. Оптимальні температури для кушіння 10-14°C, для колосіння і наливання зерна – 16-20°C, для досягання – 23-25°C. Тверда пшениця вимогливіша до тепла, ніж м'яка.

Насіння ярої пшениці при проростанні вбирає **води** 50-55% власної маси, твердої – на 5-7% більше. Транспіраційний коефіцієнт – 400-450. **Критичний період** за відношенням до вологи – період кушіння і виходу рослин у трубку. Нестача вологи в цей період спричинює збільшення кількості безплідних колосків. По періодах вегетації пшениця використовує наступну кількість води, % загального споживання за вегетаційний період: сходи – 5-7, кушіння – 15-20, вихід у трубку і колосіння – 50-60, молочна стиглість – 20-30, воскова стиглість – 3-5.

Кращими для пшениці є суглинкові чорноземні, каштанові, сірі опідзолені **грунти** з рН 6,0-7,5. Кислі ґрунти потрібно вапнувати. Вимогливіші до ґрунтів сорти твердої пшениці. У ярої пшениці слабше розвинена коренева система, ніж у озимої, тому вона добре реагує на вміст у ґрунті рухомих елементів живлення, з 1 ц зерна яра пшениця виносить з ґрунту 3,5-4 кг азоту, 1-1,2 кг фосфору, 2-2,3 кг калію.

Технологія вирощування

У виробництві вирощують наступні **сорти** ярої пшениці: твердої – Букурія, Дарина, Ізольда, Кучумівка, Спадщина, Чадо, Харківська 39, Харківська 23, Харківська 15, Харківська 46, м'якої – Ажурна, Аранта, Венера, Етюд, Краса Полісся, Миронівчанка, Миронівська рання, Ясна, Рання 93, Харківська 18, Харківська 26, Харківська 28, Колективна 3 та ін.

Попередники. Кращими попередниками для ярої пшениці є багаторічні й однорічні бобові трави, горох, кукурудза, картопля, широко-рядні посіви гречки і проса. Не слід її розміщувати після культур, які сильно висушують ґрунт – соняшнику, суданської трави, сорго, ячменю, цукрових буряків та у повторних посівах.

Обробіток ґрунту. Кращим при вирощуванні пшениці є напів-паровий обробіток ґрунту. Після збирання попередника проводять лущення поля дисковими знаряддями (ЛДГ-10; 15) у двох напрямках на глибину 6-8 см. Через 2-3 тижні після першого відростання бур'янів проводять друге лущення БДТ-7 на глибину 8-10 см.

Після відростання бур'янів і внесення добрив проводять оранку на зяб. Глибина оранки після просапних культур 20-22 см, а інших попередників – 25-27 см. Можна застосувати як полицеву оранку плугами (ПЛН-5-35 та ін.), так і безполицевий обробіток плоскорізами або чизелями, оскільки значної різниці в урожайності зерна не спостерігається. Восени поверхню поля вирівнюють, а після полицевої оранки розробляють борозни і гребені.

Після збирання кукурудзи проводять дискування в два сліди, а зяблеву оранку – на глибину 23-25 см без розриву в часі між дискуванням і оранкою. Після картоплі і буряків орють без попереднього лушення, або обробляють поле лише плоскорізними знаряддями.

В Степу на ґрунтах середнього і легкого механічного складу, восени основний обробіток ґрунту проводять на глибину 10-14 см культиваторами-плоскорізами КПШ-5, КПШ-9, ОПТ-2-5, КТС-10-02, КТС-10-01 або іншими, а на важких солонцюватих – до 27 см. Потім поле обробляють на глибину 4-6 см голчастими знаряддями БИГ-3, БМШ-15, БМШ-20.

Рано навесні при дозріванні ґрунту проводять боронування, а безпосередньо перед сівбою – культивацію на глибину заробки насіння (5-6 см). Після безполицевого обробітку можна застосовувати дискові борони або лушильники.

Удобрення. Затрати основних елементів мінерального живлення на 1 ц зерна ярої пшениці становлять: N – 3,0-4,0 кг/га, P_2O_5 – 1,4-1,8 кг/га і K_2O – 2,5-3,8 кг/га. Залежно від забезпеченості ґрунту поживними елементами і попередників, під яру пшеницю вносять повне мінеральне добриво перед основним обробітком ґрунту, з розрахунку по 40-60 кг д. р. NPK на гектар і при сівбі – 10-15 або 15-20 кг/га.

В ланцюгу непарових попередників (після кукурудзи на зерно та інших) при інтенсивній технології вирощування треба вносити повне мінеральне добриво (NPK) по 60 кг/га д. р.

Для ярої пшениці дуже ефективно застосування прикореневих підживлень азотом у фазу кущіння з розрахунку по 30-40 кг/га д. р., що поліпшує якість зерна.

Підготовка насіння до сівби. Після зимового зберігання насіння потрібно прогріти при температурі 38-40°C протягом 2-3 год. За 2 тижні до сівби насіння протруюють вітаваксом 200 ФФ, 34% в. с.-к. – 2,5 л/т; вінцитом, 5% к. с – 2 л/т; дивіденд стар, 36% т. к. с. – 1,0 л/т; раксиллом, 6% т.к.с. – 0,4 л/т, сумі – 8,25% з. п. – 1,5-2,0 кг/т. Витрата води становить 8-10 л/т.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сівбу проводять у як можна

ранні строки. Висівають пшеницю першою серед ранніх ярих хлібів, на початку польових робіт. Запізнення з сівбою навіть на 10 днів може призвести до зниження врожайності на 20-25%, внаслідок зниження продуктивної кущистості, пошкодження рослин мухами, фузаріозом. Для кращого кущення глибина заробки насіння має складати 3-5 см, але якщо верхній шар ґрунту пересох, то насіння слід загортати на глибину 6-8 см.

Найвищий урожай у сортів м'якої пшениці формується при густоті 450-500 стебел на 1 м², а твердої – 500-550. Густота такого стеблостою забезпечується при сівбі 4,5-5,0 млн. шт. га схожих насінин після кращих попередників, а після гірших – 5,0-5,5 млн. шт. на га. Для твердої пшениці оптимальною нормою висіву по кращих попередниках є 5,0-5,5 млн. шт./га, а для гірших – 5,5-6,0 млн. шт./га схожих насінин. Підвищені норми висіву пов'язані з тим, що яра пшениця має низький коефіцієнт кушіння.

Середні норми висіву в Поліссі 5,5-6,0 млн., в Лісостепу – 5,0-5,5, в Степу – 4,5-5,0 млн. схожих насінин на 1 га.

Догляд за посівами. Після сівби поле боронують легкими або середніми боронами, а за недостатнього зволоження коткують кільчасто-шпоровими котками і боронують. Якщо після сівби випадають інтенсивні дощі і з'являється щільна ґрунтова кірка, то її потрібно зруйнувати боронуванням впоперек сівби легкими боронами або ротаційними знаряддями. Якщо проростки пшениці вже на глибині 2-3 см від поверхні ґрунту, а глибина сівби не перевищує 4 см то боронувати слід ротаційними мотиками. Якщо ж кірка утворюється після з'явлення сходів, то з метою її руйнування та боротьби з бур'янами, боронування проводять після сходів під час кущення.

Захист посівів від бур'янів, шкідників і хвороб. Основними засмічувачами посівів ярої пшениці є дводольні багаторічні (насамперед коренепаросткові) та однорічні бур'яни. Для їх знищення у фазі кушіння використовують гербіциди з групи 2,4-Д (2,4-Д 50% в.р. – 0,9-1,7 л/га; 2,4-Д 68,5% в.р. – 0,7-1,2 л/га; естерон 85% к.с. – 0,6-0,8 л/га та ін.), ланцет 53% м.в.е – 1,0-1,25 л/га. Більш широкий період застосування (від фази 2-3 листків до появи прикореневого листка) допускають сульфоніл сечовинні препарати: гранстар 75% с.т. – 15 г/га; гроділ ультра 17,5% в.г. – 0,15-0,20 кг/га.

Велику шкоду ярій пшениці завдають **хвороби і шкідники**. Проти смугастої хлібної блішки (6-8 екз./м²), стеблових хлібних блішок (3-4 екз. 1 м²), гесенської і шведської мух (при заселенні 15-20% рослин) у фазу 2-3 листка сходи обприскують арріво 25% к.е. – 0,2 л/га, карате

5% к.е. – 0,2 л/га; фастак 10% к.е. – 0,1 л/га, децис 2,5% к. е. – 0,25 л/га. Проти жуків п'явиці звичайної (10-15 екз./м²) у фазу кушіння посіви обприскують карате 5% к.е. – 0,15 л/га або фастаком 10% к. е. – 0,1 л/га. Проти борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу та інших захворювань на початку колосіння посіви обробляють імпаком 12,5% к.е. – 1,0 л/га або 25% к.е. – 0,5 л/га; тілтом 25% к.е. – 0,5 л/га; альто 400 40% к.е. – 0,2 л/га; альто супер 33% к.е. – 0,5 л/га; байлетоном 25% з.п. – 0,5 л/га.

При наявності в посівах личинок клопа-черепашки (2-4 екз./м²), личинок трипса (20-30 екз./м²), попелиць (20-25 екз./м²), хлібних жуків (3-5 екз./м²) у фазу молочного стану зерна посіви обробляють карате 5% к.е. – 0,15 л/га; волатоном 50% к.е. – 1,6-2,0 л/га або фастаком 10% к.е. – 0,1 л/га та ін.

Збирання врожаю. Кращий спосіб збирання ярої пшениці – пряме комбайнування. Збирання проводиться комбайнами СК-5 “Нива”, Дон-1500, “Джон Дір”, “Бізон”, “Лан” та ін. При значному забур’яненні полів або нерівномірному досяганні застосовують роздільне збирання. Скошування посівів у валки проводиться жниварками ЖХМ-6; ЖВР-10А; ЖБВ-4,2; ЖВА-6 та іншими.

Ячмінь ярий (*Hordeum*)

Ярий ячмінь – друга зернова культура в Україні, після озимої пшениці. В зв’язку з цим, перед ученими і практиками постають завдання з розробки технологій вирощування зерна цієї культури, яке б відповідало сучасним вимогам різних напрямів використання.

Історія культури ячменю виходить з глибокої давнини. Початком введення його в культуру вважається X або навіть XV тисячоліття до нової ери. Археологічні дані підтверджують вирощування ячменю в епоху раннього неоліту на території Іраку, Ірану і Греції, приблизно за 3500 років до того, як вирощування зернових стало відомим в Китаї та Японії.

Ячмінь одна з найбільш древніх культур. У районах Близького Сходу (Ірак, Йорданія, Сирія) він був відомий близько восьми тисяч років до нової ери, у Туркменістані – з V-IV; а в Закавказзі – з II тисячоліття до нової ери. У Європу ячмінь завезено з Малої Азії в IV-III тисячоліттях до нової ери, а звідти приблизно в той самий час – на південь Росії.

Ячмінь у групі зернофуражних культур за площею посіву займає друге місце. Світова площа посіву ячменю становить понад 75 млн. га. Найбільш поширений він у США (6 млн. га), Канаді (5 млн. га),

Індії (понад 3 млн. га), Туреччині (3,5 млн. га), Франції (до 2 млн. га). В Україні посівна площа ярого ячменю складає 4,0-4,5 млн. га, а середня врожайність близько 24 ц/га. У Вінницькій області площі посіву ярого ячменю досягають 172,7 тис. га.

Ярий ячмінь вирощується як фуражна, продовольча та технічна культура, з якої виготовляють пиво.

Зерно містить до 76% вуглеводів, близько 12 – білка, 7-11 – пентозанів, 1,7-2 – сахарози, 3,8-5,5 – клітковини, 1,6-2 – жиру, 2-3% – золи, а також ферменти, вітаміни групи В, Д, Е та каротин. Протеїн ячменю помірної розчинності та задовільного амінокислотного складу (в 1 кг зерна – 5,5 г лізину, 1,7 г – триптофану, 2 г – метіоніну, 1,9 г – цистину).

Кілька років тому вчені виявили в білку ячменю такі речовини, як тригліцерид і токотриєнол, здатні значно знижувати рівень холестерину в крові.

Рід ячменю об'єднує 30 видів, з яких лише один культурний – ячмінь посівний. **Ячмінь** – найбільш скоростигла яра зернова культура. Вегетаційний період – 60-110 днів. Енергія кущення вища, ніж у пшениці та вівса, продуктивна кущистість, звичайно, становить 2-3. Висока кущистість не бажана для пивоварного ячменю. В ячменю кущення необмежене стадійно й пагоноутворення за інтенсивного зволоження може продовжуватися тоді, коли перші пагони досягли повної стиглості. Внаслідок цього в дощову погоду достиглий стеблостій заростає пагонами пізнього кущення.

Біологічні особливості. Типово **самозапильна** рослина **довгого світлового дня**. В умовах гострої посухи запліднення відбувається до виколошування або останнє може і не відбутися.

Невибагливий до тепла. Насіння починає проростати при температурі плюс 1-3°C, сходи в польових умовах можуть з'являтися при 4-5°C і витримують заморозки до мінус 3-4°C, при температурі мінус 6-8°C спостерігається пожовтіння листків.

Після сівби сходи з'являються через 6-9 днів. Через 12-15 днів після сходів починається кущення, а через 30-40 – вихід у трубку, який триває 15-20 днів.

Ячмінь досить **посухостійкий**. Транспіраційний коефіцієнт – 350-450. Дефіцит вологи під час кущення знижує продуктивну кущистість, викликає значну асинхронність розвитку пагонів. Посуха від колосіння до достигання зменшує виповненість зерна.

Відзначається високою пластичністю і добре росте на **різних ґрунтах**. Але кращими є структурні родючі ґрунти з глибоким

гумусовим шаром та рН 6,0-7,5. Деякі сорти добре ростуть при вищій кислотності.

Чутливий до надмірного зволоження і дуже знижує врожайність на періодично заболочуваних ґрунтах з високим стоянням ґрунтових вод. На піщаних ґрунтах росте гірше, ніж жито й овес, оскільки має менш розвинену кореневу систему і нижчу її засвоювальну здатність та короткий період інтенсивного росту. **Коренева система** його розвинена відносно слабо, має посередню засвоювальну здатність, тому добре реагує на внесення добрив і їх післядію.

Технологія вирощування

Сорти. В Україні вирощують понад 75 сортів ячменю ярого. Сортовий склад слід формувати залежно від цілей вирощування. Для **пивоварних** цілей краще вирощувати дворядні ячмені сортів: Незабудка, Вінницький 28, Каштан, Подолян, Неофіт, Терен, Набат, Лофант, Аскольд, Соборний, Екзотик, Зоряний, Одеський 115, Персей, Галактик, Гонор, Джерело, Едем та ін. Для **кормових і продовольчих** – Адапт, Дніпровський 257, Донецький 14, Карат, Лотос, Південний, Полідум 107, Фенікс та інші.

Останніми роками різко збільшується використання зерна ярого ячменю для виробництва пива. До зони заготівлі пивоварного ячменю належать Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська та Чернівецька області. Для виготовлення пива використовують ячмені різновидності **nutans** тобто дворядні, що мають вищий відсоток вирівняності зерна. Потреби пивоварного виробництва стимулюють створення нових високопродуктивних сортів ячменю стійкіших щодо вилягання, ураження поширеними хворобами: борошнистою росою, смугастим гелмінтоспоріозом, карликовою іржею, темно-бурою плямистістю, летючою сажкою.

Попередниками для ярого ячменю може бути більшість польових культур, за умови їх малої забур'яненості, особливо багаторічними бур'янами, і достатніх внесених доз добрив під ними.

Для пивоварного ячменю кращими попередниками вважаються цукрові буряки та кукурудза на зерно, які розміщують після озимих зернових культур. У цьому разі отримують не тільки високий урожай, але й зерно належних пивоварних якостей. В свою чергу ярий ячмінь – найкраща покривна культура та попередник для багаторічних трав.

Оптимальний рівень насичення сівозміни ярими зерновими у Лісо-степу країни становить до 30%, із них ячменем – 10%.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток ґрунту під ячмінь необхідно починати якомога раніше після збирання попередника. При цьому підвищується біологічна активність ґрунту, навіть в умовах посухи, покращуються показники його родючості.

Пивоварний ячмінь добре відзивається на поглиблення орного шару ґрунту під попередником, але безпосередньо під пивоварний чи кормовий ячмінь, поглиблення основного обробітку понад 20-22 см – недоцільне.

При вирощуванні ярих культур після картоплі, кормових і цукрових буряків, під які проводять глибоку оранку, після їх збирання можна провести безплужний обробіток лемішними луцильниками, плоскорізами або чизель-культиваторами.

Після кукурудзи поле дискують у двох напрямках дисковими боронами і потім орють на зяб на глибину 23-25 см. У зоні недостатнього зволоження проводять обробіток плоскорізами-глибокорозпушувачами. На важких запливаючих ґрунтах в умовах зрошення добрі результати дає обробіток фрезерними культиваторами глибокорозпушувачами КФГ-3,6. На важких ґрунтах, на схилах, на ділянках, де можливий застій води весною, в передзимовий період слід провести щільювання (ЩП-3-70 або ін.).

У системі передпосівного обробітку ґрунту найголовніше – не пересушити верхнього шару ґрунту до сівби. Навесні закривають вологу, використовуючи замість парових культиваторів КПС-4, у яких погано регулюється глибина обробітку комбінованими агрегатами типу АПБ, АГ системи “Європак”.

На вирівняних з осені полях, коли верхній шар ґрунту при виході з зими перебуває в пухкому стані, сівбу ячменю можна проводити без попередньої культивації, обмежуючись лише передпосівним боронуванням важкими зубовими боронами. У випадку, якщо ґрунт після зими ущільнений, замість боронування проводиться передпосівна культивація на глибину заробки насіння в агрегаті з легкими боронами.

Не можна спрощувати допосівний обробіток ґрунту після таких культур, як кукурудза та соняшник, у зв'язку з наявністю значної кількості післяжнивних решток. В таких випадках поле готують за загальноприйнятою схемою, щоб забезпечити якісну заробку насіння на задану глибину – 5-6 см. При недостатній вологості верхнього шару ґрунту глибину заробки насіння збільшують на 1-3 см. Посіви обов'язково одразу коткують або не пізніше третього дня від сівби. Цей захід прискорює появу сходів ячменю на 1-2 дні та зумовлює підвищення врожайності зерна на 1-3 ц/га, внаслідок покращення

водного і теплового режиму ґрунту в зоні розміщення висіяного зерна, підсилення діяльності ґрунтових мікроорганізмів, а також запобігає вітровій ерозії верхнього шару ґрунту.

Удобрення. З усіх ярих колосових культур ячмінь найкраще використовує і окупує пряму дію і післядію добрив. На слабозабезпечених поживними речовинами полях під основний обробіток ґрунту необхідно вносити мінеральні добрива, згідно розрахунків за даними агрохімпаспорту поля.

Оскільки основну частину елементів живлення ярий ячмінь поглинає у перші фази росту (перші 40 днів), то бажано щоб у цей період поблизу кореневої системи знаходились легкозасвоювані поживні речовини. Тому, крім основного удобрення проводять ще й припосівне внесення азотних, фосфорних або повних добрив по 15 кг/га діючої речовини кожного компоненту. Даний захід забезпечує підвищення зернової продуктивності у середньому на 3-4 ц/га.

При дуже **ранніх строках сівби** нітрифікуюча здатність ґрунту ще низька, тому в такому разі особливо необхідне припосівне внесення азотних добрив (N_{15}), для підвищення урожаю та зниження білковості й плівчастості зерна, що має важливе значення, зокрема при вирощуванні зерна пивоварного ячменю. Також, для отримання якісної сировини для пивоваріння, необхідно в основному внесенні збільшити частку фосфорних і калійних добрив на 20-25%, а азотні – краще внести при сівбі в обмеженій кількості (N_{15}).

Середня норма добрив – $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. На бідних дерново-підзолистих ґрунтах збільшують кількість азотних добрив. При вирощуванні пивоварного ячменю необхідно підвищувати дози фосфорно-калійних добрив і знижувати кількість азотних.

Підготовка насіння до сівби. Перед сівбою, насіння слід протруїти з метою запобігання ураження рослин небезпечними грибовими хворобами. Для сівби насіння ячменю повинно бути відкаліброваним, з масою 1000 зерен 40-45 г.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Ярий ячмінь не тільки пивоварний, а й зернового напрямку використання потребує ранніх строків сівби. Затримка з сівбою на один день може спричинити недобір урожаю зерна 1-1,5 ц/га. При швидкому підсиханні ґрунту і підвищенні температури повітря, погіршується розвиток кореневої системи, кущіння рослин, формування колосу. Тому передпосівний обробіток ґрунту повинен забезпечувати прискорення сівби і не допускати невинновданого пересушування ґрунту. Зволікання із сівбою також

збільшує ризик втрат від ураження пізніх сходів ячменю злаковими мухами та іншими шкідниками.

Оптимальна норма висіву ячменю у південних районах має становити 4 млн. схожих зерен на гектар поля, у північних - 4,5 млн./га. У разі використання ярого ячменю, як покривної культури, необхідно зменшувати його норму висіву на 15-25%.

Завдяки більш високому коефіцієнту використання фотосинтетичної активної радіації, при орієнтуванні рядків посіву з півночі на південь, можна отримати додатковий врожай до 2 ц/га.

Підвищення урожайності на 3,0 ц/га і більше забезпечують вузькорядний спосіб сівби з міжряддям 7,5 см і перехресний – з міжряддям 15 см, у порівнянні з загальноприйнятим суцільним рядовим способом сівби з шириною міжряддя 15 см. При цих способах норму висіву слід збільшити на 10-15%.

Оскільки дорожнеча проведення перехресного посіву значно обмежує його застосування, то вирішити питання оптимізації площі живлення й освітлення рослин, шляхом здійснення вузькорядної сівби з міжряддям 7,5 см можливо, за допомогою нових моделей сівалок: СЗ-3,6А-01, СЗ-3,6А-02, СЗ-5,6А-03, СЗ-3,6А-04 та СЗТ-3,6А. За посушливих умов, з метою збереження ґрунтової вологи та певної економії енерговитрат при суцільній сівбі ряду культур, доцільно використовувати стерньові сівалки: СТС-2,1 та СТС-6. Це робить можливим проведення сівби ярого ячменю на якісно обробленому з осені полі без ранньовесняного боронування та передпосівної культивуації, під час якої, звичайно, з ґрунту втрачається багато вологи. Незважаючи на наявність у стерньових сівалок власних прикочуючих пристроїв, засіяне поле треба обов'язково коткувати кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6 або КТП-7,8.

Догляд за посівами. У фазі кущення ячменю забур'янені поля необхідно обробити гербіцидами групи 2,4-Д проти дводольних бур'янів або провести боронування легкими боролами впоперек напрямку сівби.

На посівах пивоварного ячменю не бажане застосування гербіцидів, оскільки можуть погіршитись пивоварні якості зерна.

Для поліпшення умов проростання та появи дружних сходів, відразу після сівби або одночасно площу коткують в агрегаті із боролами. На важких, перезволожених, схилових ґрунтах, а також холодної затяжної весни коткування посівів недоцільне.

На високому агрофоні, особливо в роки з надмірним випаданням опадів, збільшується небезпека вилягання посівів ячменю. В таких

випадках доцільно застосовувати один із рекомендованих ретардантів на початку виходу рослин у трубку.

Збирання ячменю краще починати з кормового та продовольчого у фазі воскової стиглості при вологості зерна 23-35% роздільним способом.

Пивоварний ячмінь слід збирати лише при повній його стиглості, з метою отримання високоякісного пивоварного зерна. Навіть краще дати йому перестояти 5-7 днів до повного досягання бічних пагонів. Здебільшого пивоварні сорти стійкі до осипання зерен з колосу та вилягання. У разі значного засмічення посівів бур'янами вдаються до роздільного способу збирання, незалежно від напрямку використання зерна.

При густоті стеблостою менше 280-300 шт./м² і висоті рослин менше 60-70 см проведення двофазного збирання недоцільне, тому що скошені стебла проваляться крізь зріджену стерню на землю і зерно в колосі може прорости, втратити схожість та якість.

Слід враховувати, що скошені валки краще утримуються у завислому стані, якщо їх покласти впоперек напрямку сівби. Підбір валків слід починати при вологості зерна не більше 16-18%. При цьому необхідно, щоб режим обмолоту виключав можливість травмування зерна.

Основні вимоги до якості зерна сортів пивоварного ячменю. Зерно ячменю для пивоваріння оцінюють за такими ознаками: зовнішні (колір, запах, форма, пошкодженість шкідниками тощо), фізичні (натура, маса 1000 зерен, величина, вирівняність, наявність домішок), фізіологічні (здатність до проростання, водочутливість), хімічні (вологість, екстрактивність, вміст білка і крохмалю, плівчастість), технологічні (водовбирна здатність під час замочування, інтенсивність проростання, тобто здатність зерна одночасно проростати на п'яту добу). Загальна здатність до проростання має бути пивоварного ячменю 1 класу не менше 95%, II класу – не менше 90% для одержання солоду відмінної якості. Для виробництва пива високої якості зерно ячменю має також бути чистосортним, біологічно дозрілим, мати типовий колір (жовтий або світло-жовтий) і запах, екстрактивність – 79-82%, вміст білка – 9,0-11,5%, плівчастість – не більше 9%.

Овес (*Avena*)

Овес відомий в Європі ще у 1500-1700 рр. до н. е. У світових ресурсах частка вівса досить помітна, але виробництво його зменшується.

Високий вміст білка (12-18%), крохмалю (40-45%), клітковини (10,5%), жиру (4-5%), золи (2-4%). Один кілограм вівса прийнято за 1 кормову одиницю. Перетравність його органічної речовини – 70%. Протеїн вівса має високу розчинність. В 1 кг зерна міститься 5,5 г лізину, 0,69 – триптофану, 1,65 – метіоніну, 2,27 г – цистину.

Овес має вагоме харчове, кормове та агротехнічне значення. Площі посіву в Україні становлять біля 500 тис. га, у Вінницькій області – 10,9 тис. га.. У світі в групі зернофуражних культур овес посідає четверте місце після кукурудзи, ячменю і сорго.

Біологічні особливості. З 10 видів вівса найбільше значення має овес посівний – культура помірного клімату, невибаглива до тепла, поширена більше на Поліссі та в Лісостепу. Насіння починає проростати при **температурі** плюс 2-3°C. Сходи в польових умовах можна одержати при 6-7°C. Оптимальна для одержання сходів і кущення температура 15-18°C. Сходи витримують заморозки до мінус 4-5°C. У фазі цвітіння та молочної стиглості страждає від заморозків мінус 2°C. Оптимальна температура під час цвітіння і достигання – 20-25°C.

Овес найбільш **вологолюбний** серед хлібних злаків. При проростанні насіння вбирає 60-65% води від власної маси. Транспіраційний коефіцієнт – 380-475. Критичним до вологості є період від кущення до викидання волоті. Інтенсивні дощі в другій половині вегетації викликають утворення підгону і затягують достигання врожаю.

Має добре розвинену і фізіологічно активну кореневу систему. Засвоює фосфор із важкорозчинних сполук, тому менш вибагливий до **ґрунтів**. У фазі кущення на чорноземних ґрунтах корені заглиблюються до 50-80 см, а на час формування зерна досягають глибини 1,5-2 м. Добре росте на піщаних, суглинкових, глинистих, торфових ґрунтах. Можна висівати першою культурою при освоєнні осушених земель та цілини. Але кращими для нього є структурні чорноземні, темно-сірі опідзолені ґрунти із слабокислою реакцією рН 5-6. Погано росте на засолених ґрунтах. Має розтягнутий період споживання елементів живлення. Краще від інших хлібних культур реагує на азотні добрива. На 1 ц зерна виносить з ґрунту 3-4 кг азоту, 1,1-1,5 – фосфору, 2,5-3 кг – калію. Період достигання зернівки у волоті розтягнутий. Рослина самозапильна, довгого світлового дня. При ранньому скошуванні добре відростає.

Вегетаційний період триває 95-120 днів.

Технологія вирощування

Сорти. В Україні вирощують такі сорти вівса посівного: Скаун, Аркан, Абель, Декамерон, Нептун, Саргон, Славутич, Чернігівський 28.

Попередники. Попередником для вівса може бути більшість польових культур. Основна до них вимога – мала забур'яненість поля, особливо багаторічними бур'янами, та достатня забезпеченість елементами живлення. Кращими попередниками вівса є просапні культури і добре удобрені зернові колосові. Високі врожаї вівса отримують при висіванні після добре удобрених озимих зернових і просапних, зернобобових культур, льону, люпину. Не рекомендується висівати його після вівса і цукрових буряків, оскільки вони мають спільного шкідника – нематоду.

Обробіток ґрунту. Спосіб обробітку ґрунту залежить від попередника та стану ґрунту після його збирання. Проводять його як полицевими, так і безполицевими знаряддями.

Основний обробіток ґрунту після зернових колосових культур вимагає одно- або двократного лущення стерні на 6-8 см і оранки на 20-22 см. Після кукурудзи або буряків можлива заміна оранки обробітком ґрунту на глибину 12-14 см за допомогою БДТ-7, БД-10, КРГ-3,6, КПЕ-3,8.

Весняний обробіток може складатися з боронування зябу і передпосівної культивуації на глибину загортання насіння (5-6 см). Проте, залежно від стану поля перед сівбою, можна провести або тільки боронування, або культивуацію.

Удобрення. Система удобрення вівса повинна враховувати наступні фактори: використання мінеральних добрив, внесених в сівозміні (сівозмінний фон), вологозабезпеченість ґрунту, особливості сорту.

Овес добре використовує післядію органічних та мінеральних добрив. При інтенсивній технології вирощування під цю культуру необхідно вносити в основне удобрення по 40 кг/га NPK. Ефективним є застосування рядкового добрива при сівбі в дозі $N_{15-20}P_{15-20}K_{15-20}$ д. р. на гектар, що сприяє формуванню розвиненої кореневої системи, інтенсивному росту, розвитку молодих рослин. В цьому випадку рослини навіть в посушливих умовах відрізняються підвищеною продуктивністю. Якщо розрахункова норма азотних добрив не перевищує 60 кг/га, доцільно внести їх за один прийом під передпосівну культивуацію. Якщо ж норма більша, то частину добрив слід внести в підживлення (на початку виходу в трубку).

Підготовка насіння до сівби. Протруювання зерна перед сівбою є обов'язковим профілактичним заходом. Найбільш ефективними протруйниками є раксил, 6% т.к.с. (0,4 л/т), вітавакс 200 ФФ, 34% в. к.

(2,5 л/т), вінцит, 5% к.е. (2,0 л/т). Препарат берет, 5% к. е. (3,0 л/т) забезпечує захист посівів культури від усіх основних хвороб, що передаються через насіннєвий матеріал.

Готуючи насіння до сівби його сортують.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Насіння вівса проростає при температурі 1-2°C, тому сівба проводиться якомога раніше, відразу ж після досягання ґрунту. Спосіб сівби звичайний рядковий або вузькорядний. Орієнтовна норма висіву в Поліссі 5,5-6 млн., в Лісостепу – 5,0-5,5, в Степу – 4,5-5,0 млн. схожих насінин на 1 га. Глибина заробки насіння 3-6 см.

Догляд за посівами. Після сівби за посушливої погоди поле коткують кільчасто-шпоровими котками. Досходове боронування проводять у випадку швидкого підсихання ґрунту чи масового проростання насіння однорічних бур'янів. У фазу кущення проводять хімічний обробіток забур'янених посівів (понад 10-15 шт./м²), з урахуванням видового складу бур'янів одним із гербіцидів: діаленом С (2,5 л/га), агрітоксом (2,0 л/га), трезором (1,2 кг/га) тощо. Захист вівса від хвороб і шкідників не має значних відмін від захисту і застосування пестицидів на посівах ячменю.

При вирощуванні за енерго- та ресурсозберігаючими технологіями захист вівса від бур'янів, хвороб та шкідників застосовується лише при перевищенні ними економічного порогу шкодочинності (ЕПШ).

Збирання врожаю. Овес збирають переважно роздільним способом. Скошування у валки розпочинають у фазу воскової стиглості зерна жниварками типу ЖВП-6. При підсиханні скошеної маси валки підбирають і обмолочують наявними комбайнами (СК-5 “Нива”, Дон-1500, “Джон Дір”, “Бізон” тощо).

Збирання потрібно проводити в стислі строки, бо овес швидко осипається (втрачається найбільш цінне зерно перших строків досягання). Після збирання зерно відразу очищають і просушують, бо на плівках зернівок нагромаджується порошок із спорами грибів, які при зберіганні вологого зерна проростають і спричиняють його прілість.

9.1.4. Пізні ярі хліба

Хлібні культури, які висівають пізніше інших хлібних рослин, називають пізніми ярими. Вони характеризуються посухостійкістю (крім рису) і теплолюбністю, висіваються при температурі ґрунту +10-12°C. Мають винятково ярий тип розвитку, ріст і розвиток на початку

вегетації повільний. Рослини короткого дня. До пізніх ярих належать хліба другої групи або просовидні: кукурудза, просо, сорго, рис та із родини гречкових – гречка, яку за ідентичністю використання головного продукту відносять до пізніх зернових культур, хоча вона відрізняється від них багатьма морфологічними ознаками.

Кукурудза (*Zea*)

Кукурудза – одна з основних зернофуражних культур не лише України, але й світу. В зернофуражному балансі їй відводиться провідна роль, завдяки високому біологічному потенціалу, рівню продуктивності, кормовим властивостям та різнобічним напрямкам використання. Кукурудза є надійною страховою культурою в роки, що несприятливі для озимих та ярих зернових культур.

Щорічно у світі до 9-10% зерна кукурудзи використовується для виготовлення біоетанолу – додатку до високооктанових марок бензину. Додавання 2-3% етанолу до бензинових сумішей зменшує викиди в атмосферу CO₂ і ринкову вартість цього продукту та підвищує октанове число пального.

В одному кілограмі зерна кукурудзи міститься 1,34 кормові одиниці, 78 г протеїну, 650 г вуглеводів, 60-80 г рослинної олії, 20-30 г клітковини, незамінні амінокислоти, цінні вітаміни. У зеленій масі кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості міститься близько 2,7-3% сирого протеїну, 0,7-0,8 – олії, 12 – безазотистих екстрактивних речовин, 2 – золи, 5-6% – клітковини. Один центнер силосу, одержаний з кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості, відповідає 0,24-0,25 к. од., а у фазі воскової стиглості – 0,28-0,32 к. од.

При вирощуванні кукурудзи на зерно за середньої врожайності 60 ц/га, разом з побічною продукцією (стебла, листки) забезпечується вихід з 1 га понад 6,5 тис. кг корм. од. і до 400 кг перетравного протеїну, що дорівнює 75 тис. мДж обмінної енергії. Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами.

Кукурудза відома з давніх часів. Її історія, як землеробської культури, налічує близько 4500 років, а вік – 60 тис. років. Батьківщиною кукурудзи вважають райони Центральної та Південної Америки (Мексика, Перу, Болівія).

У світовому землеробстві кукурудза посідає третє місце за площами посіву – близько 130 млн. га, валові збори зерна сягають 470 млн. т і більше за рік. Основні площі посіву кукурудзи зосереджені в таких країнах, як США (близько 30 млн. га), Бразилія (до 12 млн. га), Індія

(6 млн. га), Румунія (3 млн. га). В Україні кукурудзу вирощують на площі 4,7-5,9 млн. га, у тому числі 1,2 млн. га на зерно та 3,5-4,6 – силос і зелений корм. У Вінницькій області площі посіву кукурудзи на зерно досягають 165,6 тис. га., а на силос та зелений корм 34,5 тис. га.

Кукурудза – це культура з величезним адаптивним потенціалом, що дозволяє створювати гібриди для всіх природно-кліматичних зон України.

Вона відноситься до родини **злакових або тонконогових** (Poaceae), просовидних хлібів. Рід *Zea* представлений єдиним видом *Z. mays* L., і належить до триби бородавкових, або соргових (Andropogonae), підтриби сакумових (Tripsacinae). До цієї підтриби належить ще сім родів, у тому числі *Enchlaena* (теосинте) і *Tripsacum* (трипсакум), які вважаються родичами кукурудзи. За сучасною класифікацією вид *Zea mays* L. за плівчастістю, внутрішньою і зовнішньою будовою зерна має 9 підвидів:

- *розлусна* (*everta* Sturt.) – зерно дрібне із загостреним верхом або округле, ендосперм скловидний, у зерні міститься 10-14,5% білка, 62-72% – крохмалю. Використовується для виготовлення круп, пластівців, повітряної кукурудзи;

- *крохмалиста* (*amylacea* Sturt.) – зерно гладеньке, округле, ендосперм борошністий, рихлий містить крохмалю 71,5-82,6 %, білка – 6,9-12,1%;

- *зубоподібна* (*indentata* Sturt.) – зерно велике, сплюснене, на верхівці має вм'ятину, рогоподібний ендосперм розвинений лише на бічних сторонах зерна, вся інша частина борошніста; вміст крохмалю в зерні 68-75,5%, білка 9,0-13,5%;

- *кремениста* (*indurata* Sturt.) – зерно округле, ендосперм скловидний, лише в центрі борошністий, крохмалю містить 65-83%, білка – 7,7-14,8%. Підвид відрізняється скоростиглістю;

- *цукрова* (*saccharata* Sturt.) – зерно зморшкувате, майже повністю заповнене прозорим роговидним ендоспермом; містить багато декстрину і протеїну, до 30% крохмалю, стільки ж цукрів та полісахаридів, 12,8% – білка, 8,1% – жиру; використовується у консервній промисловості;

- *воскоподібна* (*ceratina* Kulesch.) – ендосперм

- всоскоподібний, зовнішня його частина за твердістю не поступається ендосперму розлусної кукурудзи; полісахариди представлені воскоподібним або клейким крохмалем;

- *крохмалисто-цукрова* (*amyleo-saccharata* Sturt.) – у нижній частині

зерна є борошнистий ендосперм, а у верхній, як у цукрової, характерна зморшкуватість;

– *плівчаста* (tunicata Sturt.) – зерно повністю в колоскових лусках, які в дозрілому качані сильно розвинені;

– *кременисто-зубоподібна або напівзубоподібна* (semidentata Sturt.) – за формою зерна і будовою ендосперму займає проміжне місце між кременистою та зубоподібною кукурудзою, представлена у виробництві ранньо- та середньостиглими гібридами.

У виробництві найбільше поширення мають три підвиди кукурудзи: кремениста, зубоподібна та кременисто-зубоподібна.

Біологічні особливості. За вимогами до *тепла* кукурудза – теплолюбива культура. Насіння її проростає при температурі 10-12°C, холодостійкі форми 6-8°C. Вона найкраще росте і розвивається при середньодобовій температурі до 25°C. При більш низьких температурах (14-15°C) ріст рослин затримується. Приріст біологічної маси припиняється при середньодобовій температурі нижче 10°C.

Кукурудза, висіяна в холодний і перезволожений ґрунт, проростає дуже повільно, сходи її часто бувають зріджені, тому що набубнявіле насіння уражується грибковими хворобами і втрачає польову схожість. Сходи кукурудзи витримують температуру до мінус 3°C, у фазі 2-3 листків – до мінус 3-5°C. Кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні (мінус 2-3°C), які пошкоджують зерно незрілих качанів і різко знижують його схожість і товарну якість. Більш вибагливі до тепла сорти і гібриди зубоподібної групи, менш кременистої.

Високі температури (+25...+30°C) кукурудза до цвітіння витримує добре, але, якщо вони в період викидання волотей і появи стовпчиків качанів перевищують 30-35°C, різко порушується нормальний перебіг цвітіння і запліднення. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить +45-47°C. Сума біологічно активних температур, необхідних для дозрівання скоростиглих гібридів і сортів, становить 1800-2000°C, середньоранніх і середньостиглих – 2300-2600°C, пізньостиглих – 3000-3200°C (табл. 49).

Для вирощування на зерно в умовах Вінницької області придатні гібриди ранньостиглої та середньостиглої групи стиглості.

За відношенням до *вологи* кукурудза порівняно посухостійка культура. На утворення 1 кг сухої речовини, вона витрачає 174-406 кг води. Потреба рослин у воді змінюється протягом вегетаційного періоду. Кукурудза добре переносить посуху до початку появи волотей, але якщо за 10 днів до їх появи і протягом 20 днів після появи

спостерігається посуха, то врожайність значно знижується. Вона є досить посухостійкою культурою, за рахунок сильно розвиненої кореневої системи, яка з ґрунту вбирає багато вологи.

49. Групування гібридів кукурудзи за тривалістю вегетаційного періоду (В.В. Вовкодав, 2001)

№ п/п	Група		Кількість листіків, шт.	Веgetаційний період, днів
	Назва	ФАО		
1	Дуже ранні	100-149	9-11	до 90
2	Ранньостиглі	150-199	12-14	91-105
3	Середньоранні	200-299	15-16	106-120
4	Середньостиглі	300-399	17-18	121-130
5	Середньопізні	400-499	19-20	131-140
6	Пізньостиглі	500-599	21-22	141-150
7	Дуже пізні	600 і більше	понад 22	понад 150

В процесі росту і розвитку кукурудзи виділяють наступні стадії органогенезу таблиця 50 та рис. 24.

На початку розвитку кукурудзи середньодобові витрати води становлять 30-40 м³/га, а в період від появи волотей до молочної стиглості зерна – зростають до 80-100 м³/га. Добре розвинута рослина витрачає 2-4 кг води на добу. Водночас кукурудза не переносить перезволоження.

50. Стадії розвитку кукурудзи (ВВСН)

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе насіння
01	Початок набубнявіння насіння
03	Кінець набубнявіння насіння
05	Зародковий корінець вийшов з насінини
06	Зародковий корінець розтягнутий, видно кореневі волоски і/або придаткові корінці
07	Колеоптиле вийшло з насінини
09	Сходи: колеоптиле пробиває поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	1-й листок вийшов з колеоптиле ^{1,2}
11	1-й листок розпустився
12	2-й листок розпустився
13	3-й листок розпустився

1...	Подальше розпускання листків до ...
19	9-й і більше листків розпустилися
МАКРОСТАДІЯ 2: -- МАКРОСТАДІЯ 3: ВИТЯГУВАННЯ СТЕБЛА (ГОЛОВНЕ СТЕБЛО), ВИХІД В ТРУБКУ	
30	Початок витягування стебла
31	Видно перший стебловий вузол
32	Видно другий стебловий вузол
33	Видно третій стебловий вузол
3...	Подальша поява стеблових вузлів до ...
39	Видно дев'ять або більше стеблових вузлів ³
МАКРОСТАДІЯ 4: - МАКРОСТАДІЯ 5: ЗАКЛАДАННЯ КВІТОК, ВИКИДАННЯ ВОЛОТІ	
51	Початок викидання волоті, волоть добре помітна усередині верхніх листків
53	Видно кінчик волоті
55	Середина викидання волоті, волоть повністю вільна від покривних листків, середні гілочки волоті розпустилися
59	Кінець викидання волоті, нижні гілочки волоті повністю розпустилися
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Чоловіче суцвіття: початок цвітіння, середні гілочки волоті цвітуть у своїй середній частині. Жіноче суцвіття: кінчик закладки качана виходить із піхви
63	Чоловіче суцвіття: починається розсіювання пилку. Жіноче суцвіття: видно кінчики ниток рильця
65	Чоловіче суцвіття: повне цвітіння, цвітуть верхні й нижні гілочки волоті. Жіноче суцвіття: повністю викинулися нитки рильця
67	Чоловіче суцвіття: кінець цвітіння. Жіноче суцвіття: нитки рильця починають засихати
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДУ	
71	Початок утворення зерна, консистенція водяниста, в зерні близько 16% СР
73	Рання молочна стиглість
75	Молочна стиглість: зернівки в середній частині качана жовтуваті-білі, консистенція молочна, в зерні близько 40% СР
79	Досягнуто видо- і сортоспецифічний розмір зерна

МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ЗЕРНА	
83	Рання воскова стиглість, зерно воскове, в зерні близько 45 % СР
85	Воскова (силосна) стиглість, зерно жовтувате або жовте (залежно від гібриду, сорту), консистенція воскова, в зерні близько 55% СР
87	Фізіологічна стиглість, чорна пляма або чорний шар на місці прикріплення зерна до стрижня, в зерні близько 60% СР
89	Повна стиглість, зерно тверде й блискуче, в зерні близько 65% СР
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
97	Відмерла рослина
99	Збирання (зерно)

У надмірно зволоженому ґрунті через поганий доступ повітря дуже повільно проростає насіння, що призводить до його загнивання; слабо розвивається коренева система; рослини погано засвоюють фосфор і погіршується їх білковий обмін; вони жовкнуть і дають низький урожай. Оптимальна для неї вологість ґрунту становить 70-80% НВ, що забезпечується випаданням улітку до 300 мм опадів. **Транспіраційний коефіцієнт** становить 171-300.

Кукурудза рослина **короткого світлового дня**, потребує інтенсивного освітлення, особливо в перший період вегетації. Найшвидше вона зацвітає при 8-9-годинному дні. Мінімальна сила освітлення, достатня для цвітіння і плодоношення, – 4000-8000 лк (для ячменю 1800-2200 лк). Вона потребує інтенсивного освітлення, особливо на перших етапах розвитку. При затіненні зменшується поглинання рослинами азоту, фосфору, калію, і особливо магнію, що сповільнює процеси формування органів плодоношення.

Відношення до ґрунтів. Високі врожаї зерна і зеленої маси кукурудза дає на всіх ґрунтах, придатних для вирощування інших польових культур. Проте, найкраще вона росте і розвивається на ґрунтах із глибоким гумусовим горизонтом, які добре затримують вологу і не заболочуються. При цьому вони проникні для повітря, мають достатню кількість легкозасвоюваних поживних речовин і нейтральну або злегка кислу реакцію ґрунтового розчину (рН 5,5-7,0). Такими ґрунтами є чорноземи, темно-сірі та темно-каштанові ґрунти. Оптимальна щільність ґрунту для цієї культури – 1,1-1,3 г/см³. Кукурудза вибаглива до родючості ґрунту, з урожаєм зерна 50-60 ц/га або 500-600 ц/га зеленої маси з ґрунту виноситься 150-180 кг/га азоту, 50-60 кг/га фосфору, 150-180 кг/га калію та інші елементи.

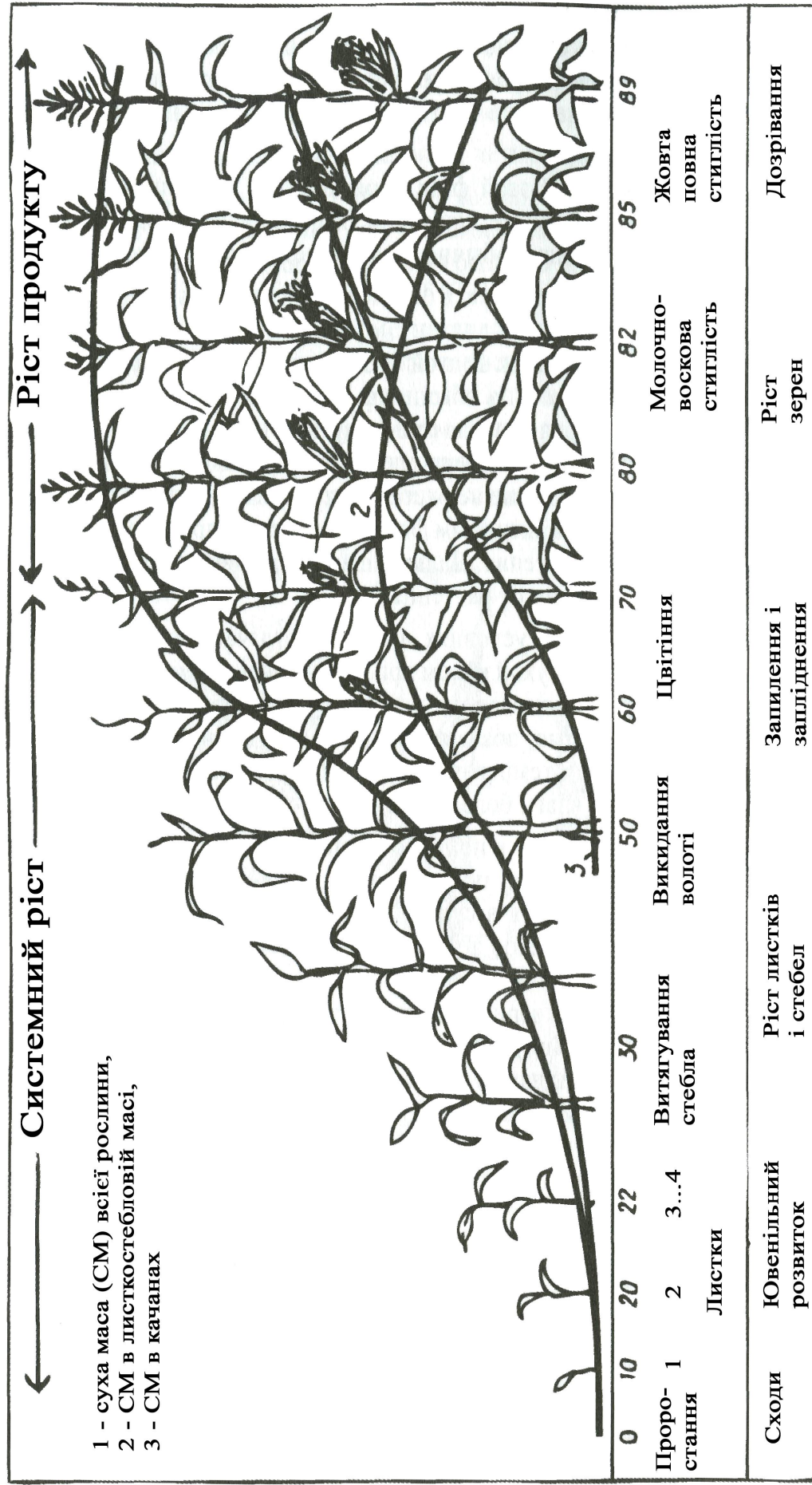


Рис. 24. Ріст і розвиток рослин кукурудзи і ріст вмісту сухої маси

Наприклад такі, як сірка, кальцій, магній, залізо, марганець, бор, цинк, мідь. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах, вилугуваних чорноземах найбільш ефективними для кукурудзи є азотні добрива, на звичайних чорноземах – фосфорні, на торфовищах і легких супіщаних заплавлених – калійні добрива.

Технологія вирощування

Сорти та гібриди. В Україні здебільшого вирощуються гібриди кукурудзи і зовсім мало із сортів, що пов'язано із явищем гетерозису. З-поміж сортів поширені такі: Закарпатська жовта, Дніпровська 298, Одеська 10.

В Україні районовані такі гібриди кукурудзи: **ранньостиглі:** Кадр 195 СВ, Корнелі, Сейді, Славутич 162 СВ, Анжу, LG 24 47, ДК 243, ПР39Г12, РР 39Г32, Сурський 197 МВ, Премія 190 МВ та ін.;

середньоранні: Монументал, ЛГ 22.44, Кремінь 200 МВ, Кадр 217 МВ, Кадр 267 МВ, Дніпровський 228 МВ, Білозірський 295 СВ та ін.;

середньостиглі: ПР38Ф10, ПР38Г67, ПР37Д25, ПР 39Н72, ДКС 3511, ПР38Д39 (Анаста), ДК 440, ДКС 4626, ДК 391, ДК 315, Солонянський 298 МВ, РР 39Д81, Кларіка, Євро 301 МВ, Дніпровський 325 МВ, Тон 320 СВ, Арія 330 МС, Дар 347 МВ та ін.;

середньопізні: Козацький 442 СВ, НС 444, Одеський 480, Сонолой 407 МВ, РР 38А24, Світ 400 МВ, Євро 401 СВ, Соколов 407, Кадр 443 СВ, Дніпровський 473 МВ, Базис, Дніпропетровський 453 СВ та ін.;

пізньостиглі: Аметист, Борисфен 600 СВ, Леоніс, НС 640, Переком СВ, Призма та ін.

Попередники. Вибір попередників для кукурудзи відіграє вирішальне значення, в зв'язку з біологічною потребою гібридів у воді, поживних речовинах, а також регулювання чисельності шкідливих організмів. Кукурудза потребує розміщення посівів після попередників, які не спричиняють пригнічення її рослин, унаслідок алелопатичного впливу рослинних і кореневих залишків, поліпшують водно-фізичні властивості ґрунту, зменшують забур'яненість посівів, і тим самим забезпечують високий урожай. Ступінь впливу попередників на продуктивність рослин визначається біологічними властивостями різних біотипів кукурудзи, агротехнікою їх вирощування, ґрунтово-кліматичною характеристикою зони.

Кращими попередниками кукурудзи в Лісостепу і на Поліссі є

озима пшениця, зернобобові культури, картопля, а в районах достатнього зволоження – цукрові буряки. У Степу не слід сіяти кукурудзу після культур, які сильно висушують ґрунт (суданська трава, соняшник, цукрові буряки). Тут кращими попередниками для неї є озима пшениця, зернобобові культури.

Так, негативно впливає на продуктивність кукурудзи розміщення її після соняшнику, бо такі посіви відстають у рості й розвитку на п'ять-сім днів, сильніше уражуються хворобами та знижують урожай на 10-20%.

За даними Уладово-Люлинецької дослідної станції, в середньому за 11 років урожайність кукурудзи після озимої пшениці, картоплі, цукрових буряків була на рівні 41,7-42,2 ц/га. За відповідних умов, посіви її можна розміщувати на попередньому місці через рік або навіть повторно. Найгіршим попередником для кукурудзи є ячмінь, внаслідок незадовільного фітосанітарного стану та поживного режиму ґрунту.

На родючих ґрунтах при достатньому удобренні, кукурудзу можна вирощувати повторно протягом 3-4 років, що застосовується у господарствах з високорозвиненим тваринництвом. Проте, наразі вирощування кукурудзи в монокультурі є проблематичним, у зв'язку з появою карантинного шкідника – західного кукурудзяного жука (ЗКЖ). Ротація культур три і більше років викликає зменшення *Diabrotica virgifera virgifera* на 50% і більше. Тому для запобігання його поширенню, слід уникати посівів кукурудзи по кукурудзі, витримувати чергування культур, на яких личинки не здатні розвиватися – пшениці, ячменю, люцерни, соняшнику, картоплі тощо.

На території України кукурудза в монокультурі не вирощується, а насиченість нею посівів у різних зонах коливається в межах 10-40% і зрідка на зрошенні досягає 80%, з висівом її на одному й тому ж полі 3-4 роки поспіль.

Обробіток ґрунту. Спосіб і строки підготовки ґрунту під кукурудзу обирають диференційовано, використовуючи одну з трьох технологій: класичну (традиційну), мінімальну чи нульову (No Till).

За першою з них, одразу після збирання попередника, поле обробляють дисковими боронами БДТ-7, БДС-8,4, БДВ-3, БДВ-7, МФ-248 ("Массей Фергюсон"), DISCOVER XL та ін. Кукурудза добре реагує на глибину основного обробітку ґрунту. Тому в першу чергу її розміщують на полях, де проведено обробіток ґрунту на глибину 25-27 см, або на 20-22 см обертовими плугами вітчизняного виробництва ППО-8-40, ППО-6-40, ППО-5-40 та ярусними плугами ПНЯ-4-40 і ПНЯ-4-42. Кращий ефект забезпечує чизельний обробіток ґрунту, при

проведенні якого заощаджується 10-20% пального, експлуатаційні витрати знижуються майже вдвічі, енергомісткість – в 1,4 рази, а витрати праці – на 31%.

Сучасні системи землеробства дають можливість виключити енергоємні операції, зокрема оранку, залишити на поверхні ґрунту більше рослинних решток, попередити ерозію ґрунту і економити паливо. Останнім часом такі технології (мінімальна і нульова) все ширше впроваджуються в наших господарствах, зокрема при вирощуванні кукурудзи. Флагманами є великі кукурудзосійні господарства: “Агро-Союз” (Синельниківський район Дніпропетровської обл.), МАК (Кагарлицький район Київської області), “Земля і Воля” (Борзнянський район Чернігівської обл.) та ін.

Осінній обробіток ґрунту за мінімальною технологією починають з лушення стерні, яке проводять слідом за збиранням попередника, дисковими боронами, що дають можливість подрібнити рослинні рештки і заробити у ґрунт добрива. Своєчасне лушення сприяє очищенню поля від бур'янів, послаблює висихання ґрунту, підвищує його водопроникність та поліпшує якість оранки. На полях, засмічених багаторічними коренепаростковими бур'янами, слід проводити дворазове лушення: перше – дисковими знаряддями на глибину 6-8 см, друге – після відростання бур'янів культиваторами-плоскорізами (ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 12-14 см.

Проти багаторічних бур'янів можливе також застосування гербіцидів суцільної дії, використовуючи при цьому вітчизняні обприскувачі ОПШ-2000, ОП-2000А, ОПШ-15, ОМ-630-2, ЕКО-2000-18, ЕКО-600-12, а також зарубіжні – Hardi, Twin (Данія), Spra-Coupe (Нідерланди), PORTER і TOPRIDER (група компаній KUNN) та ін. Гербіциди заробляють при осінньому обробітку дисковими боронами.

Далі виконують глибокий безполицевий обробіток ґрунту плоскорізами типу КПШ-5. Операції основного мінімального обробітку ґрунту можна виконати за один прохід агрегату, використовуючи комбіновані машини АКШ-5,6, АКШ-3,6, КШН-6, “Резидент”, АГРО-3, Smaragd, MIXTER та ін.

На площах, де з осені не проводили глибокий обробіток ґрунту, навесні здійснюють мілкий – на глибину 12-14 см знаряддями із плоскоріжучими або дисковими робочими органами і наступний обробіток – звичайними культиваторами типу УСМК-5,4 без розриву в часі.

При нульовій технології (No Till) ґрунт залишається недоторканим від жнив до початку весняно-польових робіт. Перед сівбою кукурудзи

по вегетуючих сходах бур'янів вносять гербіцид суцільної дії.

У районах поширення вітрової ерозії застосовують плоскорізний обробіток ґрунту, який включає розпушення ґрунту після збирання зернових культур голчастими бородами (БИГ-3) на 5-6 см, дворазове розпушення плоскорізами (КПЕ-3,8, КПП-2,2): перше на глибину 10-12 см, друге – в агрегаті з бородами БИГ-3 і кільчасто-шпоровими котками на 12-14 см та зяблевий обробіток плоско-різами (ПГ-3,5, КПГ-250, КПП-2,2) на глибину 27-30 см.

На схилах різної крутизни проводять щілювання ґрунту щілерізами ЩН-2-140, ЩП-3-70 на глибину 45-50 см, при відстані між щілинами 1,4-4 м. Щілювання поліпшує вологопроникність ґрунту і зменшує руйнівний стік води.

Передпосівний обробіток ґрунту. Передпосівний обробіток ґрунту за класичною (традиційною) технологією може виконуватись як одноопераційними машинами – вирівнювання (ВП-8Б, ВПН-5,6), культивація (КГ-4, КПСП-4, КПСН-4, КПС-8, КШУ-12) і прикочування (ЗКВГ-1,4, ЗККШ-6, К-10, КПП-6, КВГ-3), а також за один прохід комбінованими агрегатами вітчизняного виробництва: АПБ-6, АГ-6, АГ-3 і АГ-1,5, АКГМ-3,6 та іноземних фірм: “Європак” Б622 (ББГ, Німеччина), К 600 PS, К 800, К 930 (“Фармет”, Чехія), “Компактор” і “Система-Корунд” (“Лемкен”, Німеччина) та ін.

Весняне боронування або вирівнювання поля прискорює прогрівання ґрунту і проростання бур'янів, створює оптимальні умови для високоякісного виконання всіх наступних технологічних операцій. Вирівнюють поверхню поля, при настанні фізичної стиглості ґрунту, вирівнювачами під кутом 45-50° до напрямку основного обробітку. При розміщенні кукурудзи після кукурудзи, особливо на необроблених з осені площах, за наявності великої кількості не зрізаних стебел і після-жнивно-кореневих решток, ґрунт ретельно розробляють дисковими і фрезерними знаряддями, протиерозійними і паровими культиваторами. Вони подрібнюють і перемішують з ґрунтом пожнивні залишки попередньої культури.

Передпосівну культивацію проводять на глибину загортання насіння (5-7 см) комбінованими ґрунтообробними агрегатами або культиваторами. В разі високого рівня засміченості полів бур'янами, особливо коренепаростковими, доцільно провести дві культивації: першу – на глибину 8-10 см, другу – на глибину загортання насіння.

Під час весняної підготовки ґрунту застосовують основні (базові) гербіциди проти однорічних злакових і двосім'ядольних бур'янів – так звані гербіциди ґрунтової дії, наприклад, харнес (3 л/га).

При пересіві загиблої озимини, у системі весняного обробітку ґрунту, слід застосовувати дискові знаряддя типу БДТ-7, які найбільш ефективно знищують рештки озимих культур, та провести одну-дві різноглибинні культивації.

Удобрення. Відомо, що до 50% приросту врожаїв сільськогосподарських культур одержують за рахунок внесення добрив. Для формування однієї тони урожаю зерна, кукурудза потребує 25-30 кг азоту, 10-15 кг фосфору, 30-40 калію, по 6-10 кг кальцію і магнію.

За інтенсивною технологією під кукурудзу використовують органічні та мінеральні добрива. У системі удобрення доцільно використовувати не тільки підстилковий напівперепрілий гній, але й рідкий, різноманітні компости з рослинних решток та органічних відходів, минулорічних запасів соломи, сидерати, а також приорювати стерню і соломку. Органічні добрива вносять під оранку з розрахунку 30-40 т/га напівперепрілого гною, а рідкого – залежно від його хімічного складу, але не більше 200 кг/га азоту, або 80-100 т/га. У залежності від ґрунтово-кліматичних умов, норма внесення напівперепрілого гною під кукурудзу в зоні Степу становить 20-30 т/га, Лісостепу – 30-40 (Вінницька область), Полісся – 40-50 т/га. У разі використання пожнивних решток попередніх культур, для компенсації вмісту азоту в ґрунті та посилення мінералізації пожнивних решток, додатково вносять азотні добрива, з розрахунку N_{10} на кожен тону органічної маси, що залишається після збирання попередника. Для внесення твердих органічних добрив використовують розкидачі РОУ-6, МТО-7, РПО-6 вантажо-підйомністю 3, 6, 7 і 12 т.

Оптимальні дози повного мінерального добрива – $N_{45-90}P_{45-90}K_{30-90}$. Краще використовувати складні добрива (нітроамофоску, нітрофоску, нітрофос), які забезпечують більші прирости урожаю (на 1-2 ц/га), ніж еквівалентна суміш простих туків. Позитивно впливають на ріст, розвиток, продуктивність кукурудзи і рідкі форми добрив – безводний аміак, аміачна вода, рідкі комплексні добрива, водні розчини твердих туків. Фосфорно-калійні добрива необхідно вносити під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під першу культивування (аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію тощо). Обов'язковим заходом є припосівне внесення у рядки фосфорних або складних добрив, з розрахунку 10-15 кг/га д. р. по фосфору. Підживлення рослин кукурудзи азотними добривами у фазі 3-5 листків є ефективним лише при достатній вологозабезпеченості. Орієнтовні норми мінеральних добрив, на різних типах ґрунтів для одержання врожаю зерна 50-80 ц/га на фоні гною, становлять: на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся $N_{40}P_{100}K_{120}$,

дерново-підзолистих ґрунтах Закарпаття – $N_{120}P_{120}K_{120}$, чорноземах глибоких малогумусних правобережного Лісостепу – $N_{90}P_{80}K_{80}$, чорноземах глибоких опідзолених, сірих лісових ґрунтах правобережного Лісостепу – $N_{90}P_{90}K_{90}$, чорноземах опідзолених, сірих лісових ґрунтах лівобережного Лісостепу – $N_{70}P_{70}K_{70}$, чорноземах звичайних Степу – $N_{60}P_{60}K_{60}$, на чорноземах південних – $N_{60}P_{60}K_{30}$ (табл. 51).

Під кукурудзу вносять також мікродобрива як безпосередньо у ґрунт – при зрошенні, разом з поливною водою у поєднанні з гербіцидами (**гербиґація**), так і при передпосівній обробці насіння або одночасно з позакореневим підживленням рослин. В останні роки практикують внесення у ґрунт так званих **комплексонів** (спеціальних кислот), за допомогою яких мікроелементи перетворюються на біологічно активні форми, та **комплексонатів** – сполук комплексонів з мікроелементами. Ці сполуки вносять у ґрунт у суміші з мінеральними добривами, застосовують для передпосівної обробки насіння, а також позакореневого підживлення рослин.

51. Рекомендовані дози добрив під запланований рівень урожайності

Планова урожайність, ц/га	Поживні речовини за д.р., кг/га				
	Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній
50	125-150	40-60	130-150	50-55	12-25
70	180-210	60-90	150-180	60-75	20-35
100	250-300	80-120	270-310	80-100	30-50

З-поміж мікродобрив під кукурудзу використовують: бор магневі (30-35 кг/га), сульфат цинку (0,8-1,0 кг на 1 тону насіння), сульфат марганцю (0,7-0,9 кг/т), марганізований суперфосфат (2-3 ц/га) у ґрунт до сівби або під час сівби (0,5-1,5 ц/га) в рядки; молібденізований суперфосфат (2-3 ц/га) у ґрунт до сівби або (40-50 кг/га) під час сівби у рядки.

Підготовка насіння до сівби. Насіння гібридів кукурудзи повинно мати високу сортову чистоту, типовість, енергію проростання (90%) та схожість (не менше 92%), бути відкаліброваним, протруєним та обробленим стимуляторами росту.

Для посіву необхідно використовувати інкрустоване насіння, яке характеризується кращою схожістю та врожайністю, порівняно із звичайним. **Інкрустація** насіння інсектофунгіцидами разом з мікродобривами Реаком С суттєво підвищує урожайність гібридів, особливо при ранній сівбі. Інкрустування та обробка насіння

мікроелементами дозволяє зменшувати витрати протруйників на 20-30%. Мікроелементи здатні підвищувати стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища: низьких чи підвищених температур, посухи, а також підвищують фотосинтетичну діяльність, обмін речовин, захисні реакції.

На державних кукурудзо-калібрувальних заводах насіння ділиться на чотири фракції:

I фракція – КП (великі плоскі) ширина більше 8,0 мм, товщина менше 5,5 мм;	II фракція – МП (малі плоскі) ширина 6,5-8,0 мм, товщина менше 5,5мм;	III фракція – КК (великі круглі) ширина > 8,0 мм, товщина > 5,5 мм;	IV фракція – КМ (малі круглі) ширина 6,5 – 8,0 мм, товщина 5,0 мм;
--	---	---	--

Відповідну градацію мають висіваючі диски сівалок.

Щоб запобігти ураженню проростків кукурудзи плісневими грибами, кореневими і стебловими гнилями, сажковими хворобами, насіння протруюють фунгіцидами – вітавакс 200 (2 кг/т), вітавакс 200 ФФ (2,5-3,0 л/т), максим 0,25 (1 л/т). З метою захисту сходів кукурудзи від шкідників насіння обробляють протруювачами інсектицидної дії: промет 400, 40% м.с. (25 л/т) або гаучо, 70% з.п. (5 кг/т). Ефективність протруйників підвищується, при застосуванні їх за методом інкрустації полівініловим спиртом (ПВС), натрієвою сіллю карбоксилметилцелюлози (Na КМЦ), у сполученні із стимуляторами росту: Реаком, Марс-1 та іншими.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Кукурудзу сіють одночасно з передпосівним обробітком ґрунту. Від строків сівби і біологічних властивостей різних за стиглістю гібридів суттєво залежить урожайність і передзбиральна вологість зерна, що обумовлює рівень виробничих витрат усього технологічного циклу. Сівбу розпочинають, коли ґрунт на глибині 6-8 см прогріється до 10-12°C. Сівалку необхідно добре відрегулювати для забезпечення встановленої густоти стояння рослин. Правильне розташування рослин у рядку забезпечує оптимальну густоту кожного гібриду, з формуванням повноцінного качана на кожній рослині. Оптимально ранні строки сівби стабільно забезпечують мінімальну вологість зерна, що позначається на витратах коштів під час його сушіння і дозволяє суттєво знизити собівартість продукції.

Ярі культури, в тому числі і кукурудза, на відміну від озимих, не мають календарних строків сівби, оскільки в різні роки оптимальні для цього умови настають у різний час. Ці культури висівають в агротехнічний час.

У вітчизняній і зарубіжній літературі немає єдиної думки щодо потрібної температури, за якої потрібно починати сіяти кукурудзу. Деякі автори надають перевагу більш раннім строкам сівби, які настають при температурі ґрунту +6...+8°C на глибині загортання насіння. Інші дійшли висновку, що переваги ранніх строків сівби, порівняно з пізніми, полягають у можливості продуктивнішого використання рослинами ґрунтової вологи. При цьому такі фази розвитку, як воскова і повна стиглість зерна, проходять за сприятливих умов.

В Умовах Лісостепу (Віницької області) і Полісся України, де обмежені теплові ресурси вегетаційного періоду, заморозки можуть настати порівняно рано (в середині вересня), тому кукурудзу потрібно висівати при нижчих температурах, у більш ранні строки. У разі сівби в пізні строки врожай може бути меншим, унаслідок неповного використання ґрунтової вологи. Але в разі ранньої сівби, незважаючи на підвищення врожайності і більш раннє дозрівання початків, на початкових етапах органогенезу в рослин спостерігається пригнічення, що зникає із підвищенням температури.

За ранніх строків сівби запаси продуктивної вологи у фазі викидання волоті та воскової стиглості зерна більші, ніж при пізніх. Якщо запізнитись із сівбою, рослини кукурудзи часто не набирають необхідної кількості активних температур, не досягають потрібної стиглості, і врожайність знижується на 0,12-0,36 т/га (табл. 52).

52. Характеристика кліматичних показників для гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Необхідна середньомісячна температура під час вегетації кукурудзи		Кількість тепла, необхідна для дозрівання зерна		Потрібна кількість опадів	
Місяць	t°C	Група стиглості (ФАО)	Сума температур (°C)	Місяць	Мм
Квітень	9,0	100-199	915-970	Квітень	68,0
Травень	18,3			Травень	88,9
Червень	21,7			Червень	88,9
Липень	22,8			Липень	114,3
Серпень	22,8			Серпень	114,3
Вересень	18,2	500 і більше	1360-1415	Вересень	96,5
Середня	18,8			Всього	570,9

Англійськими науковцями підраховано, що для одержання врожаю кукурудзи із вмістом сухої речовини 24%, сума ефективних температур має становити 681°C, а з вмістом 30% – 773°C, яку рослини можуть набрати у разі ранніх строків сівби. Вони стверджують, що за ранніх строків сівби досягаються максимальний вміст сухої речовини в урожаї і висока продуктивність.

За наявності великої кількості рослинних решток, особливо коли проекційне покриття ними поверхні ґрунту складає 50% і більше, прогрівання верхнього шару у весняний період може затримуватись і на 0,5-1,0°C буде нижчим, ніж на чистих від пожнивних залишків полях. У зв'язку з цим, сівбу кукурудзи краще розпочинати на площах з мінімальною кількістю рослинних решток на поверхні, а закінчувати – на полях із максимальним їх накопиченням.

Густота стояння рослин кукурудзи залежить від групи стиглості гібридів, у пізньостиглих форм площа живлення збільшується порівняно із ранньостиглими, а густота стояння відповідно зменшується (табл. 53).

53. Густота рослин кукурудзи для гібридів різних груп стиглості (тис. шт./га) (В.В. Волкодав, 2001)

№ з/п	Група	Зона вирощування			
		Степ		Лісостеп	Полісся
		без зрошення	на зрошенні		
1	Дуже ранньостигла	65-70	70-75	65-70	65-70
2	Ранньостигла	55-60	60-65	60-65	60-65
3	Середньорання	45-50	55-60	55-60	55-60
4	Середньостигла	35-40	45-50	50-55	–
5	Середньопізня	30-35	35-40	–	–
6	Пізньостигла	25-30	30-35	–	–
7	Дуже пізньостигла	25	30	–	–

Густота стояння визначається біологічними особливостями гібридів та ґрунтово-кліматичними зонами їх вирощування. При розміщенні її після кращих попередників орієнтуються на верхню межу оптимальної густоти стояння, після інших – на нижню.

Для компенсації зниження польової схожості насіння та природної загибелі рослин кукурудзи протягом вегетації, норма висіву повинна бути вищою оптимальної. Для одержання рекомендованої густоти рослин перед збиранням урожаю, при сівбі норму висіву насіння збільшують: у степовій зоні на 10-15%, лісостеповій зоні – 15-20%, а в поліській – на 20-25% (табл. 54).

Оптимальна глибина загортання насіння 5-6 см, а якщо верхній шар

грунту дуже швидко пересихає – сіють на глибину 6-8 см, але обов'язково у вологий шар ґрунту. Важливо, щоб насіння, яке висівається, рівномірно розподілялось як за глибиною, так і в рядку. За такої умови досягається вирівняність стеблостою і підвищується індивідуальна продуктивність рослин.

54. Кількість рослин на 1 га в залежності від відстані між рослинами в рядку при міжрядді 70 см (Л.В. Козубенко та ін., 2006)

Відстань між рослинами у рядку, см	Кількість рослин, тис./га	Відстань між рослинами у рядку, см	Кількість рослин, тис./га
16	89,3	27	52,9
17	84,0	28	51,0
18	79,4	29	49,3
19	75,2	30	47,6
20	71,4	31	46,1
21	68,0	32	44,6
22	64,9	33	43,3
23	62,1	34	41,0
24	59,5	35	40,8
25	57,1	36	39,7
26	54,9	37	38,6

Посів проводиться сівалками пунктирного посіву СУПН-12А (ХТЗ-161), СПЧ-6, СПЧ-8, СУПН-8, УПС-8, УПС12, (агрегатуються з МТЗ-80/82), Клен-5,6, “Джон Дір 1780”, ОРТІМА, МАХІМА (табл. 55).

55. Технічна характеристика сівалок для кукурудзи

Показники	СУПН-12А	СУПН-8А	СУПН-6А	СУПН-8-01	СУПН-6-01	УПС-12	УПС-8	Клен -5,6
Ширина захвату, м	8,4	5,6	4,2	5,6	4,2	5,6	5,6	5,6
Кількість рядків	12	8	6	8	6	8	8	8
Робоча швидкість, км/год	6-7					7-9		
Ємність ящиків, куб. дм: для насіння	242,4	161,6	121,2	1616,6	121,2	242,4	161,6	250
для добрива, кг/га	50-250 для всіх сівалок							
Глибина загортання насіння, см	4-12							2-10
Маса, кг	2155	1240	1090	1030	905	1695	1454	1150
Агрегатується з трактором, кл.	3	1,4				1,4-2	1,4	1,4-2

Примітка: у висівних апаратах сівалок СУПН-8 і СУПН-6А розрідження створюється вентилятором, а сівалок СУПН-8-01 і СУПН-6-01 – газоструме-

невим компресором (за рахунок випускних газів двигуна трактора).

За мінімальної чи нульової технології, насіння кукурудзи можна висівати універсальними сівалками далекого зарубіжжя – “Джон Дір 1780”, MF 555, OPTIMA та ін.

Одночасно із сівбою в одному агрегаті можна вносити стрічковим способом гербіцид, який потребує загортання у ґрунт. Для цього посівний агрегат обладнують підживлювачем-оприскувачем ПОМ-630. Штангу його з розпилювачами з корком 0,7 м кріплять на рамі сівалки перед сошниками. Ширина обробленої гербіцидом стрічки становить 0,30-0,35 м. За рахунок цього витрата гербіциду порівняно із суцільним внесенням скорочується вдвічі, зменшується його шкідлива дія на навколишнє середовище.

Сівалки регулюють так, щоб на час збирання врожаю забезпечувалась густина рослин на гектарі у Степу 35-40 тис. шт., Лісостепу – 45-55, Поліссі – 55-65 тис. шт. З урахуванням польової схожості і втрат частини рослин із різних причин, норму висіву насіння збільшують на 25-30%, порівняно з вказаною вище густиною.

Догляд за посівами. Догляд за посівами створює сприятливі умови для одержання дружніх сходів кукурудзи, дозволяє утримувати посіви в чистому від бур'янів стані, а також зберегти вологу в посівному і орному шарі ґрунту.

Після посіву ґрунт слід прикатати кільчасто-шпоровими котками або гладкими в агрегаті з боронами, для поліпшення контакту насіння із ґрунтом, що особливо актуально в умовах дефіциту вологи. Від цього, в більшій мірі, залежить польова схожість насіння, своєчасність появи і вирівняність сходів. За умови розміщення насіння у вологому шарі ґрунту, достатнім буде ущільнення рядків трамбувальними колесами сівалки.

У цілому комплекс заходів з догляду за посівами кукурудзи розділяють на дві системи: інтенсивну (на основі застосування пестицидів) і мало витратну (без використання гербіцидів). Як одна, так і інша не можуть бути взаємовиключними, а в багатьох випадках деякі із прийомів навіть доповнюють кожну із систем. Інтенсивна, енергонасичена технологія передбачає застосування як ґрунтових (базових), так і після-сходових (страхових) гербіцидів.

Через 4-5 днів після посіву впоперек або по діагоналі рядків проводять досходове боронування зубовими боронами масою 24-26 кг, або боронами обкладеними пружинними зубами, які регулюються кутом

нахилу. Досходове боронування посівів кукурудзи здійснюють за умови появи у верхньому шарі ґрунту проростків бур'янів у фазі “білої ниточки”. Швидкість руху агрегату 5-6 км/год., а глибина обробітку, при проведенні досходового боронування, повинна складати не більше 3-4 см.

У фазі 3-5 справжніх листків посіви обробляють гербіцидами. За умови ефективної дії ґрунтових препаратів, коли протягом 30 діб не спостерігається масового повторного відростання бур'янів, замість гербіцидів можна обмежитись одним міжрядним обробітком. При розташуванні посівів кукурудзи після озимої пшениці по пару та при невисокому рівні потенційної забур'яненості, доцільно застосовувати безгербіцидну (механізовану) технологію догляду, яка передбачає виконання досходових, післясходових боронувань та міжрядних обробітків. За умови розповсюдження коренепаросткових бур'янів, додатково застосовують обприскування посівів страховими гербіцидами. Запровадження різних технологічних систем дозволяє регулювати рівень виробничих витрат і палива на здійснення прийомів догляду за посівами (табл. 56).

56. Нормативні витрати коштів і палива у процесі догляду за посівами кукурудзи (Є.М. Лебідь, Б.В. Дзюбецький та ін., 2006)

Технологія догляду за посівами	Експлуатаційні витрати *, \$/га	Витрати палива, л/га
Гербіцидна без міжрядних обробітків	27	1,6
в т.ч. вартість гербіциду	24	—
Гербіцидна + 1 міжрядний обробіток	31	4,9
Безгербіцидна (2 боронування + 2 міжрядних обробітки)	10	9,4
Безгербіцидна (1 боронування + 2 міжрядних обробітки)	9	6,9

*Примітка: * вартість палива, гербіциду, води, оплата праці, амортизація*

Боронування по сходах проводять в момент появи колеоптиля на поверхні ґрунту (фаза “шилець”) або 2-3 листків у кукурудзи і друге – у фазі 4-5 листків. Робочі органи борін слід поставити у пасивне положення. За наявності на поверхні поля великої кількості рослинних решток попередніх культур, боронування по сходах проводити недоцільно через підвищення пошкоджуваності рослин кукурудзи і суттєвого зниження густоти стояння рослин. Проведення досходових і післясходових боронувань дозволяє знизити засміченість посівів кукурудзи однорічними злаковими й дводольними бур'янами на 85-90 %, що особливо важливо при застосуванні безгербіцидної технології вирощування цієї культури.

Міжрядні обробітки проводять, починаючи з фази 6-7 листків у культури, і в подальшому по мірі появи бур'янів і необхідності розпушення верхнього шару ґрунту, з метою запобігання втрат вологи й поліпшення аерації. В ранні фази розвитку кукурудзи застосовують просапні культиватори, обладнані стрілчастими лапами і лапами-бритвами, які знищують бур'яни в міжряддях, а також прополювальні борінки, що обробляють рядки. При останньому міжрядному обробітку рекомендовано застосовувати підгортальники. Підгортання стимулює утворення коренів, знищує бур'яни у захисній зоні рядка, особливо злакові. Швидкість руху агрегатів при першому міжрядному обробітку 4,5-6,5 км/год., при другому – 6,5-7,5, а при підгортанні – 8-10 км/год. Захисна смуга при першому обробітку 25-26 см, при подальших до 30 см. Товщина лап робочих органів культиваторів має бути 0,5-0,6 мм, при збільшенні її до 1,0-1,2 мм підрізається не більше 12% бур'янів.

У системі догляду за посівами важливе місце займають заходи щодо запобігання пошкодженню рослин кукурудзяним метеликом, бавовняною совкою та новим карантинним шкідником – західним кукурудзяним жуком. Найбільшу увагу слід приділяти площам, де рослинні рештки попередньої кукурудзи зберігаються на поверхні ґрунту. Проти цих шкідників застосовують метод випуску трихограми у два строки: на початку і в період масового відкладання яєць кукурудзяним метеликом. Норми при першому випуску 50 тис. самок/га, при другому, залежно від кількості яйцекладок на 100 рослин: до трьох – 50 тис. шт. /га, 3-5 100 тис. шт. /га, 6-8 50 тис. шт. /га, понад 8 200 тис. шт. /га. У степовій зоні, де буває і друга генерація метелика, трихограму застосовують методом багаторазових випусків через кожні 4-5 днів від початку і до кінця періоду яйцекладки. У період масового відродження гусениць та при пошкодженні понад 18-20% рослин, посіви обприскують інсектицидами: децис форте, 12,5% к.е. (0,05-0,08 л/га), децис 2,5% к.е. (0,5-0,7 л/га), штефесін 2,5% к.е. (0,5-0,7 л/га).

Ефективним також у боротьбі із названими шкідниками є використання стійких гібридів кукурудзи.

Збирання врожаю. До збирання кукурудзи на зерно приступають, коли вологість зерна складає не більше 40%. При вологості зерна в качанах 18-19% молотильний апарат регулюють на відповідну частоту обертів: на вході – 40-45; на виході – 200 обертів за хвилину. Якщо вологість інша, ніж зазначено, зерно кукурудзи дуже травмується.

В залежності від умов зберігання і напрямку використання, збирають кукурудзу двома способами: без обмолоту качанів або з

обмолотом.

Особливу увагу необхідно звернути на підготовку збиральних машин до роботи, перш за все, на регулювання висоти зрізу стебел, яка повинна складати не більше 10-12 см. Важливим заходом у технології вирощування наступних після кукурудзи культур є забезпечення якісного подрібнення й рівномірного розподілу її пожнивних решток при збиранні. Ідеальний рівень розподілу листостебельної маси досягається при розкиданні її по поверхні на 80-90% ширини жатки. Для запобігання втрат урожаю потрібно ретельно відрегулювати робочу щілину між відривними пластинами жатки, яка в задній частині повинна бути на 3-6 мм меншою діаметра найменшого качана, а в передній на 3 мм меншою, ніж у задній.

Перед збиранням урожаю зерна, обкошують краї поля, розбивають їх на загінки. Ширина прокосів між загінками має становити не менше 8,4 м, ширина поворотної смуги – 20-30 м. Збирання кукурудзи на зерно доцільно розпочинати в кінці воскової стиглості і закінчувати не пізніше, ніж за 10-15 днів.

Тривалість збирання одного гібриду не повинна перевищувати 5-7 днів. Відтягування цього процесу призводить до суттєвих втрат урожаю. При збиранні врожаю протягом 10 днів втрати зерна урожаю можуть становити близько 2,4%, упродовж 15 днів – 8,0%, 20 днів – 18,8%.

Збирання кукурудзи з обмолотом качанів проводять зерновими комбайнами СК-5 “Нива”, СК-6 “Колос” з приставкою ППК-4, Дон-1500, Дон-2000, “Єнісей-950”, Славутич, Лан з приставкою КМД-6, Franz, Kleine, Challenger, Bizon, Claas, Jon Deere, Deutz-Fahr. У качанах кукурудзу збирають самохідними комбайнами КСКУ-6, КСКУ-6-А, або причіпними ККП-3, ККП-3А в агрегаті із трактором Т-150К.

Збирання кукурудзи необхідно проводити із залишенням на поверхні ґрунту листостебельної маси та наступним її заорюванням, що є не лише економічно вигідним, а й енергозберігаючим заходом, оскільки заощаджується пальне на транспортуванні її від комбайнів до силосних траншей, на трамбуванні та укрітті в траншеях.

Попередні випробування цієї технології показали, що її застосування, порівняно із традиційною, забезпечує: підвищення продуктивності збиральних агрегатів на 12-15%; додаткове отримання зерна (1,0-1,5 ц/га), за рахунок скорочення термінів збирання; внесення в ґрунт 10-12 т/га органічної маси, у вигляді подрібнених стебел; зниження маси збиральних агрегатів на 45-50%, а отже, й зменшення ущільнення ґрунту; зниження витрат праці на 2-5 люд. год/га; економію пального –

8-15% (близько 10 кг на тонну зерна). За експертною оцінкою спеціалістів, у найближчі роки за такою технологічною схемою може бути зібрано 20-25% усіх площ під зерновою кукурудзою.

Просо (*Panicum*)

Батьківщиною проса є Китай, де воно було відоме ще в 2700 р. до н.е. Культура витримує тривалу посуху, вирощується в тропічних, субтропічних і помірних районах, переважно в Північній півкулі.

Зерно проса використовується в різних галузях народного господарства, зокрема для виготовлення круп (пшоняних) і годівлі тварин (птиці, не викликаючи дисбактеріозу). Один кілограм проса містить 0,96 к. од., 0,084 кг перетравного протеїну. У зерні проса міститься 10-14% білка, 70-74% крохмалю, цинк і марганець та незначна кількість клітковини.

Також зерно містить ліпотропні речовини, які знижують рівень холестерину в крові. Зелена маса має вагоме кормове значення.

В світовому землеробстві просо займає понад 40 млн. га. В Україні посіви проса зосереджені переважно в Лісостепу і Степу на обмеженій площі до 300 тис. га. У Вінницькій області площі посіву проса досягають 3,7 тис. га. Середня врожайність його становить близько 20 ц/га, а в передових господарствах збирають по 50-60 ц/га.

Серед 400 видів одно- і багаторічних трав'янистих рослин проса у нашій країні переважно поширені два види – просо звичайне, або посівне (*P. miliaceum* L.), та просо головчасте (*Setaria italica* L.), зрідка трапляються як кормові культури африканське (негритянське) просо (*Pennisetum glaucum* L.) та пайза (*Echinochloa frumentaceae*).

Просо звичайне – однорічна яра трав'яниста рослина.

Біологічні особливості. Сходи проса з'являються через 7-9 днів після сівби. Кущіння починається через 15-20 днів після з'явлення сходів і триває 10-15 днів. Викидання волотей настає через 40-45 днів після з'явлення сходів. Через 3-5 днів починається цвітіння, яке в межах волоті триває 13-18, а в межах поля – 30-35 днів. Вегетаційний період скоростиглих сортів становить 60-80, пізньостиглих – 100-120 днів. На час досягання зерна соломка волога і частково зелена.

Просо – **теплолюбива** рослина, насіння проростає при температурі ґрунту +8...+10°C. Сходи його при температурі мінус 3-5°C гинуть, генеративні органи пошкоджуються при мінус 1-2°C. Як посухостійка культура, просо здатне переносити температуру 30-40°C. **Транспіраційний коефіцієнт** – 140-290. Водночас добре реагує на зрошення.

Критичний період за відношенням до вологи починається за 20 днів до викидання волоті і триває до кінця цвітіння. Дефіцит вологи в цей період спричиняє стерильність квіток. Рослини схильні до гілкування, плівчастість зерна 12-20%, кущистість дуже висока (до 100 і більше пагонів).

Просо – **світлолюбна** рослина короткого світлового дня, вимоглива до ґрунтів. Кращими для нього є структурні чорноземні, каштанові, темно-сірі опідзолені ґрунти з високим вмістом легкодоступних елементів живлення та реакцією ґрунтового розчину рН від 5,5 до 7,5. Непридатні для проса піщані, заболочені і солонцюваті ґрунти. На утворення 1 центнера зерна витрачає з ґрунту 3 кг азоту, 1,4 кг фосфору, 3,5 калію, 1 кг кальцію.

Технологія вирощування

Сорти. Для посіву використовують такі сорти проса: Київське 96, Новокиївське 01, Омріяне, Веселоподільське 16, Золотисте, Полтавське золотисте, Слобожанське.

Попередники. Просо найкраще росте на легких ґрунтах із достатньою забезпеченістю вологою і поживними речовинами. Основна вимога до попередника – чисте від бур'янів поле. Найкраще просо розміщувати після озимих зернових культур, особливо висіяних по чистих або зайнятих парах, цукрових буряків, під які внесена достатня кількість органічних і мінеральних добрив. Цінними попередниками для нього є зернобобові культури і багаторічні трави. Це має велике значення при вирощуванні культури за безгербіцидною технологією. Після трав поле менш засмічене бур'янами, а ґрунт очищається від збудників хвороб. Не бажано просо розміщувати після ранніх зернових, суданської трави, соняшнику, сорго і кукурудзи.

Обробіток ґрунту. Система обробітку ґрунту під просо, як і при вирощуванні інших культур, залежить від попередника, рівня культури землеробства і погодних умов року.

Якщо попередниками проса є зернові та зернобобові культури, обробіток починають із лушення стерні на глибину 6-8 см дисковими лушильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20, що сприяє збереженню та нагромадженню вологи. Найбільш ефективне лушення, коли його проводять слідом за збиранням попередника. Поля, засмічені кореневищними бур'янами, дискують важкими бородами БДТ-7, БДВ-6,3, БД-10 на глибину 6-8 см, вдруге – через 10-15 днів на 10-12 см. Засмічені коренепаростковими бур'янами (осотом, берізкою) поля обробляють

лемішними лушпильниками на глибину 10-12 см у фазі утворення розеток листочків у бур'янів. Зяблеву оранку проводять на 20-22 см.

Якщо просо розміщують після багаторічних трав, відразу після збирання поле дискують, з метою подрібнення післяжнивних решток і кращого їх приорювання.

При розміщенні проса після цукрових буряків, відразу після їх збирання проводять зяблеву оранку на глибину 25-27 см. Запізнюватись із оранкою не слід.

Весняний та передпосівний обробіток ґрунту має забезпечити очищення полів від бур'янів, зберігання та нагромадження вологи й створення пухкого посівного шару ґрунту. З цією метою, як тільки посіріють гребені ріллі і можна виїхати в поле, починають боронувати боронами БЗТС-1, а по плоскорізному зябу – боронами БИГ-3А, БМШ-3А у 2 сліди упоперек або по діагоналі до напрямку оранки.

Велике значення для проса, як пізньої ярої культури при вирощуванні без гербіцидів, мають весняні культивації. В умовах ранньої й сухої весни проводять одну-дві неглибокі (5-6 см) культивації з одночасним коткуванням упоперек або під кутом до напрямку попередньої культивації. В умовах прохолодної й вологої весни бур'яни проростають значно довше й у більшій кількості, тому виникає необхідність проведення трьох-чотирьох культивацій на глибину 10-12 см.

Передпосівну культивацію проводять на глибину заробки насіння. Після передпосівної культивації слід провести коткування гладкими котками, що забезпечує рівномірне загортання насіння, сприяє дружній появі сходів і розвитку рослин, зумовлює якісне проведення до- і післясходових боронувань та міжрядного обробітку.

Удобрення. Коренева система проса в початковій фазі розвивається дуже повільно, тому воно особливо вибагливе до наявності в поверхневому шарі ґрунту доступних азотно-фосфорних елементів живлення. Потребу в добривах розраховують, користуючись агрохімічним паспортом поля, даними про вміст поживних речовин у ґрунті та виносу їх із запланованим урожаєм.

При вирощуванні проса під основний обробіток ґрунту рекомендується вносити напівперепрілий гній: в Степу – 12-15 т/га, в Лісостепу – 18-20, на Поліссі – 25-30 т/га. Якщо напівперепрілого гною немає, то просо доцільно висівати після попередника, під який вносили гній.

На Поліссі вносять повне мінеральне добриво з розрахунку $N_{80}P_{60}K_{90}$, а в Лісостепу – $N_{45}P_{60}K_{45}$. Фосфорні і калійні добрива в дозі $P_{60}K_{40}$ краще вносити під зяблеву оранку, що особливо важливо в Степу, азотні (N_{90}) – навесні під першу культивацію або перед сівбою.

Насіння проса дрібне і містить мало запасних поживних речовин, доцільно вносити під час сівби в рядки повне мінеральне добриво з розрахунку 10-15 кг/га д. р., а на широкорядних посівах – з обробітком міжрядь.

Перше підживлення проводять у фазі кущіння пташиним послідом (3-4 ц/га на 6-8 частин води). Вдруге посіви підживлюють під час трубкування рослин фосфорно-калійними добривами ($P_{20}K_{20}$).

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують кондиційне насіння високих репродукцій, чистота якого не менше 99%, а схожість – 92%.

Проти збудників хвороб насіння протруюють фундазолом, 50% з.п. – 2,0 кг/т, вітаваксом, 75% з.п. – 2,0 кг/т з додаванням плівкоутворюючих речовин, використовують також формалін та параформан.

Строки сівби. Норма висіву насіння. На слабо забур'янених полях кращим способом сівби є суцільний рядковий, який проводять зерновими сівалками різних типів з нормою висіву 3,5-4,0 млн. шт./га. На забур'янених площах краще застосовувати широкорядний спосіб сівби з нормою висіву 2,0-2,5 млн. шт./га схожих насінин у Степу. В Лісостепу – 2-3 млн. шт./га при широкорядному та 3,5-4,0 млн. шт./га при звичайному рядковому способі посіву. На Поліссі відповідно 3,5-4,0 млн. та 4,0-5,0 млн. схожих насінин на 1 га. За посушливих погодних умов норму висіву збільшують на 5-10%. Насіння проса має низьку польову схожість: на Поліссі – 50-55%, у Лісостепу – 55-65%, у Степу – 75%.

Просо – культура пізніх строків сівби. Найбільш високі та стабільні врожаї культури можна отримати при сівбі в оптимальні строки, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 12-15°C.

Для сівби з міжряддям 15 см використовують зернотукові сівалки СЗА-3,6, СЗ-3,6, для широкорядного – сівалки ССТ-12А(Б), обладнані спеціальним пристроєм СТЯ-23.000.

Якщо у посівному шарі вологи достатньо, насіння загортають на глибину 3-5 см, а якщо її недостатньо, глибину загортання збільшують до 5-7 см. За всіх умов обов'язковим агрозаходом є прикочування ґрунту після сівби.

Основними засмічувачами проса є пізні ярі бур'яни – мишій і пlosкуха звичайна. Вони сходять наприкінці травня – на початку червня, поява їх весняних сходів майже збігається з появою сходів проса. Цьому можна запобігти, посіявши просо дещо раніше з тим, щоб масове проростання насіння мишію і курячого проса прийшлося на

період появи зміцнених сходів проса. Це дасть змогу ефективно боротись з мишієм і плоскухою за допомогою післясходових боронувань.

Догляд за посівами. Першим і важливим заходом догляду за посівами є коткування ґрунту відразу після сівби з одночасним боронуванням легкими боронами. При цьому поліпшується контакт насіння з ґрунтом, збільшується вологість його посівного шару та підвищується температура. Усе це сприяє дружному проростанню насіння і прискорює появу сходів.

При сівбі звичайним рядковим способом – обов'язкові до- і післясходові боронування. До появи сходів через 3-4 дні після сівби легкими боронами, здійснюється боронування коли проростки насіння проса ще короткі. При цьому руйнується ґрунтова кірка, полегшується поява сходів і частково знищуються бур'яни. Якщо знищення проростків бур'янів не повне, наступного дня боронування повторюють упоперек напрямку першого. Цього слід дотримуватись і під час наступних боронувань.

Для боротьби з бур'янами, які перебувають у фазі “білої ниточки”, велике значення має боронування після появи і зміцнення сходів сучасними боронами БПШ-8 або БПШ-10. Повторно – у фазі кушення рослин легкими або середніми боронами, що є досить ефективним.

На широкорядних посівах боронування поєднують з обробітком міжрядь. **Перший** раз їх обробляють, коли добре позначаться рядки, на глибину 3-4 см лапами-бритвами. Захисна смуга вздовж рядків має бути такою, щоб не пошкоджувалися недостатньо укорінені сходи. Обробляють міжряддя культиваторами УСМК-5,4.

Другий міжрядний обробіток починають залежно від появи бур'янів і ущільнення ґрунту під час кушіння. Глибина обробітку 5-6 см, а при достатній вологості ґрунту і підживленні рослин – 6-8 см. Обробляють міжряддя культиваторами, обладнаними стрілочастими робочими органами. **Третій** обробіток проводять у разі необхідності, після виходу рослин у трубку або через 15-20 днів після першого. Глибина його, особливо в районах недостатнього зволоження, має бути не більше 5-6 см, щоб запобігти висушуванню ґрунту та пошкодженню кореневої системи рослин. Для уникнення загортання рослин проса ґрунтом, культиватори обладнують спеціальними дисками.

Гербіциди на посівах застосовують як виняток, коли площа або окремі її частини засмічені сходами однорічних широколистяних бур'янів (гірчиці, редьки дикої, свиріпи, щиріці, лободи та ін.). Для цього застосовують гербіциди контактної дії групи 2,4-Д та 2М-4Х. Просо найменш чутливе до дії гербіцидів у період від появи сходів до

закінчення кущення.

Для знищення злакових бур'янів (мишію, плоскухи звичайної, вівсюга та ін.) застосовують гербіцид ґрунтової дії – пропазан дозою 3-6 кг/га.

Хімічне прополювання проса можна поєднувати з позакореневим підживленням азотними добривами, додаючи до робочої рідини гербіциди й аміачну селітру з розрахунку 10-15 кг/га. Це значно поліпшує дію гербіцидів.

Збирання врожаю. Просо на відміну від інших зернових культур має тривалий період формування й досягання зерна, який у межах однієї волоті становить 25-30 днів. Збирають просо роздільним способом, при якому у валках добре просихає скошена маса, а зерно і соломку здебільшого не треба додатково просувувати. При роздільному збиранні підвищується якість зерна проса. Скошувати потрібно на якомога нижчому зрізі (захід боротьби проти стеблового метелика), не допускаючи втрат зерна (проти просяної жужелиці, комарика).

Скошувати просо у валки потрібно починати тоді, коли на рослинах досягне 80-85% зерен, і закінчувати не пізніше як за 3-4 дні, коли вже буде 80-90% зрілого зерна. Вологість його на початок скошування не повинна перевищувати 25-27%. Щоб запобігти втратам урожаю, під час скошування до лопатей мотовила прикріплюють накладки із прогумованого паса або брезенту, складеного у два-три шари, що пом'якшує удар мотовила по волоті. Накладки виступають за межі ширини лопатей на 7,0-7,5 см. Обмолочують зерно через 3-5 днів при вологості 15-17%.

Звичайні рядкові посіви скошують у напрямі рядків, а широкорядні – тільки упоперек або під кутом 45-60 градусів. Так само треба косити і полегли посіви залежно від напрямку полеглості. Валки при цьому краще утримуються на стерні, що зменшує втрати врожаю під час їх обмолочування. Висота скошування залежить від маси рослин і їх густоти. При великій масі рослин широкорядні посіви скошують на висоті 11-15 см, а на звичайних рядкових – до 18 см.

Зерно проса, після його обмолочування, необхідно своєчасно й ретельно очистити від домішок за допомогою зерноочисних машин ОВП-20А, ЗАВ-10 та інших із спеціально підібраними решетами і довести до 15-16% вологості. Після цього його закладають на зберігання.

Сорго (Sorghum)

Походить сорго із Африканського континенту. Відоме ще за часів неоліту – 3000 р. до н.е. в Індії, Китаї та ін. Сьогодні сорго вирощується в багатьох країнах.

Воно є цінною зернофуражною та продовольчою культурою. За поживністю близьке до кукурудзи. Зерно сорго – цінний концентрований корм і сировина для комбікормової, крохмало-патокової та спиртової промисловості.

В зерні міститься в середньому 70% крохмалю, 12-15% білка, 3,5% жиру. В 100 кг зерна – 119 кормових одиниць, близько 15% протеїну, багато лізину. Зерно сорго дрібне й дуже тверде, що слід враховувати при подрібненні, оскільки на звичайних дробарках частина його залишається не розмеленим і погано засвоюється тваринами. Зелену масу цукрового сорго згодуюють худобі, використовують для заготівлі силосу.

В світі сорго вирощується на площі 41-45 млн. га. В Україні сорго висівають лише на 42 тис. га. У Вінницькій області площі посіву сорго досягають 0,46 тис. га.

За способом використання культурні види сорго поділяють на чотири групи: зернове, цукрове, віничне і трав'янисте (суданська трава).

Рід сорго об'єднує багато одно- і багаторічних видів. Із культурних видів найбільш поширеними є сорго звичайне, гаолян, джугара і суданська трава. З диких видів сорго в Середній Азії трапляється гумай – злісний бур'ян.

Біологічні особливості. Сорго має високу жаро- та посухостійкість і солевитривалість. Коли ґрунт зовсім пересихає, рослини впадають у своєрідну “сплячку” (анабіоз), а після дощів відновлюють ріст і розвиток. Недарма його називають “верблюдом” рослинного світу.

Сорго – **світлолюбива**, факультативно перехреснозапильна рослина короткого світлового дня. Мінімальна температура для проростання насіння 10-15°C, оптимальна – 25-30°C. Сума активних температур для завершення вегетації – 2250-2500°C. За посухостійкістю переважає всі зернові хліба, не пошкоджується високими температурами – 40°C. Транспіраційний коефіцієнт – 150-200.

Сорго невибагливе до **ґрунтів**. Може добре рости як на легких, так і на важких за гранулометричним складом ґрунтах.

Технологія вирощування

Сорти. Сорти сорго поділяються на три групи:

- **зернові** – з відкритим, легко вимолочуваним зерном (Генічеський 5/11, Степовий 13, Красвид, Вінець, Анна, Слав'янське 210, Спринт 2, Максим, Кейрас, Донецьке 8, Генічеське 209);
- **цукрові** – з напіввідкритим зерном і вмістом у стеблах до 17% цукрів (Аграний 5, Кримське 15, Силосне 42, Фаворит, Медовий);
- **віничні**, які мають плівчасте зерно і гілочки волоті завдовжки до 40-90 см (Фермерське, Таврійське 1, Таврійське 2, Любиме 80, Раївське та ін.).

У виробництві використовують також сорти **трав'янистого сорго** або суданської трави, яку вирощують на зелений корм, сіно і силос (Голубківська 25, Донецька 5, Дніпровська 54, Луганська 3 та ін.). Трав'янисті сорти сорго мають добру отавність.

Попередники. На початку вегетації сорго росте повільно і пригнічується бур'янами, тому висівати його краще на чистих від бур'янів полях. У сівозмінах його краще розміщувати після озимих хлібів, чистого і зайнятого парів, зернобобових культур, кукурудзи.

Обробіток ґрунту. Основний і передпосівний обробіток ґрунту такий як і під кукурудзу. Основними завданнями його є боротьба з бур'янами, зберігання вологи і вирівнювання поверхні ґрунту.

Удобрення. Сорго добре реагує на добрива. В основне добрива можна вносити 15-20 т/га напівперепрілого гною і повне мінеральне добриво $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. На засолених ґрунтах калійні добрива не вносять. Під час сівби в рядки вносять азотні і фосфорні добрива ($N_{10}P_{10}$). На чорноземних ґрунтах віддають перевагу фосфорним добривам, на каштанових – азотно-фосфорним. Сорго на зелений корм не рекомендується удобрювати підвищеними нормами азотних добрив, які сприяють накопиченню в зеленій масі отруйних ціаністих сполук.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують кондиційне насіння категорій ЕН та РН – 1-3, протруєне фентіурамом, вітаваксом 200, байтаном або фундазолом (2-3 кг/т).

Строки сівби. Норма висіву насіння. Насіння висівають на глибину 3-5 см, а на легких ґрунтах і при недостатньому зволоженні – 6-8 см, коли на цій глибині ґрунт прогріється до +12...+14 °С. На зелений корм сорго висівають у 2-3 строки з інтервалом 15-20 днів. На зерно і силос сорго сіють пунктирним широкорядним способом з міжряддями 60-70 см. **Норма висіву** насіння – 6-10 кг/га, за широкорядного способу сівби та 18-22 кг/га за звичайного рядкового способу посіву.

В посушливих умовах наприкінці вегетації на 1 га повинно бути 70 тис. рослин, у помірних зволжених районах – 80-100, а за умов зрошення – 150-160 тис. рослин. На зелений корм сорго вирощують у чистих посівах або сумішках із соєю, висіваючи стрічковим способом за схемою 45+15 см звичайними зерновими сівалками.

Догляд за посівами. Після сівби посіви коткують кільчасто-шпоровими котками і боронують, що сприяє підвищенню температури і вологості верхнього шару ґрунту та проростанню насіння. Для боротьби з бур'янами проводять досходове боронування впоперек напрямку сівби легкими боронами або ротаційними мотиками. До з'явлення сходів можна застосовувати гербіциди пропазин (3-6 кг/га), у фазі 3-6 листочків – 2,4 Д амінну сіль (2,0-2,5 кг/га). Якщо на посівах з'являються бур'яни, міжряддя протягом вегетації розпушують 3-4 рази, а на загущених посівах проводять також букетування з відстанями між центрами букетів 45-50 см. У букетах залишають по 2-3 рослини.

Збирання врожаю. При досяганні сорго практично не осипається, тому зерно збирають зерновими комбайнами у фазі повної стиглості. При вологості зерна понад 20% застосовують роздільне збирання сортозбиральним комбайном. Цукрове сорго збирають наприкінці воскової стиглості, віничне – роздільним способом (спочатку зрізують волоті на початку повної стиглості зерна, потім скошують стебла). На силос збирають на початку воскової стиглості, на зелений корм і сінаж – до викидання волотей. Свіжа зелена маса сорго і суданської трави може містити отруйні ціаністі сполуки, тому згодовувати її потрібно після пров'ялювання (ціаністі сполуки при цьому розкладаються).

Рис (Oryza)

Рис у світовому землеробстві є основною продовольчою культурою, продукцією якої харчується приблизно половина людей земної кулі.

За посівними площами (140 млн. га) та валовими зборами зерна (понад 470 млн. т) рис є третьою у світі зерновою культурою, після пшениці та кукурудзи.

Як харчовий продукт, рис використовується у вигляді крупи, що містить до 86% вуглеводів, до 6-8% білків, до 0,5% цукру, 1% олії, вітаміни В₂, В₆, РР. Шліфований рис менш цінний в продовольчому відношенні (зняття плодових оболонок зумовлює зменшення вмісту вітаміну В₁ і при однобічному використанні викликає харчовий

поліневрит – хвороба “бері-бері”).

Зерно рису, очищене від плівок (плівчастість становить 18-25%), містить 14% вологи, 75,2% вуглеводів, 7-10% білка, 1,5-2,5 жиру, 12,5% клітковини та 4,5-5,0% золи.

Для **кормових потреб** використовують відходи виробництва круп. Солома і полова непридатна як корм (високий вміст лігніну і целюлози). Відходи від переробки рису на крупу у вигляді борошна з вмістом до 14% білка використовують як концентрований корм у тваринництві.

З рисового борошна і зародків зерна виробляють різні фармацевтичні препарати (фітин тощо), вітаміни.

Технічне значення: 1) із зерна виробляють борошно, крохмаль, спирт, пиво; 2) із зародків – олію для миловаріння і свічок (стеарин); 3) із стебел – високоякісний папір, картон, вироби із соломи.

Основні райони вирощування в світі – Південно-Східна Азія (Китай, Індія, Пакистан, Японія); в Україні – Крим, Одеська, Херсонська, Миколаївська області. Посівна площа в Україні понад 30 тис. га. Середня врожайність в Україні – 45-48 ц/га. Потенційна врожайність – 120-200 ц/га.

На Україні у виробництві поширений підвид японського (китайсько-японського) рису звичайного.

Особливостями морфології рису є слабка всисна сила кореневої системи (постійна потреба у воді) та наявність аеренхіми (повітрязапасаюча тканина, що дозволяє витримувати тривале затоплення водою).

Рис можливо вирощувати як **розсадну культуру**.

Біологічні особливості. Рис – **світло і теплолюбна** культура короткого дня. Швидше розвивається при тривалості сонячного освітлення 9-12 годин. Мінімальна температура для проростання насіння +11...+13°C. Сходи з’являються при температурі води і ґрунту +14...+15°C. Під час кушіння середньодобова температури води і ґрунту повинні бути не нижче +15...+18°C. Оптимальна температура росту і розвитку – +25...+30°C. При зниженні температури до +11...+12°C ріст рослин припиняється. Максимальною для рису є температура – +35...+37°C. Сума активних температур для скоростиглих сортів становить не менше 2200°C, пізньостиглих 3200°C. Більшість сортів має період вегетації від 90 до 140 днів та проходять 9 стадій розвитку (табл. 57).

Рис є **гідрофільною культурою**, тому вирощується переважно при затопленні шаром води до 15 см. Лише при кількості опадів за

вегетаційний період близько 1000 мм можливе вирощування без зрошення. Висока потреба рису у воді зумовлена особливостями волосків і слабкою всисною силою як коренів, так і листків. У зв'язку з цим, він потребує також високої вологості приземного шару повітря (не менше 70-80%).

57. Стадії розвитку рису

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Суха насінина
01	Початок набубнявіння насіння
03	Кінець набубнявіння насіння
05	Поява кінчика зародкового коріння
06	Зародковий корінець розтягується, кореневі волоски і/або видні бокові корені
07	Поява кінчика зародка піхви (колиоптиле) (у водного рису це стадія з'являється до стадії 05)
09	Сходи: «неповний лист» виходить із кінчика колеоптиля
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ^{1,2}	
10	«Неповний лист» розвернутий; Показався списик 1-го листка
11	Стадія 1-го листка. Перший листок розвернутий
12	Стадія 2-го листка. Другий листок розвернутий.
13	Стадія 3-го листка. Третій листок розвернутий.
1...	Стадії, продовжуються до...
19	9 і більше листків розвернуті
МАКРОСТАДІЯ 2: КУЩЕННЯ³	
21	Початок кущення: поява першого пагону кущення
22	Поява другого пагону кущення
23	Поява третього пагону кущення
2...	Стадії продовжуються до...
29	Кінець кущення: максимальне число пагонів кущення досягнуто
МАКРОСТАДІЯ 3: ВИХІД В ТРУБКУ	
30	Початок формування волоті: стадія зеленого кільця. Хлорофіл акумулюється в тканинах стебла і утворює зелене кільце.
32	Утворення волоті: довжина зачатку, волоть досягає 1...2 мм
34	Вихід в трубку: меживузля розтягується; волоть довше 2мм (залежить від сорту)
37	Поява останнього (прапорцевого) листка, ще скрученого
39	Стадія флагового листка: прапорцевий листок розвернутий (pre-boot-stage)

МАКРОСТАДІЯ 4: ФОРМУВАННЯ ВОЛОТІ	
41	Early boot stage: Листова піхва прапорцевого листка на 5см над передостанньою піхвою
43	Mid boot stage: Листова піхва прапорцевого листка 5...10 см над передостанньою піхвою
45	Late boot stage: Листова піхва флагового листка набухла, листова піхва прапорцевих листків на 10 см над передостанньою піхвою
47	Листова піхва прапорцевого листка відкривається
49	Листова піхва прапорцевого листка відкрита
МАКРОСТАДІЯ 5: ФОРМУВАННЯ ПОЧАТОК ЦВІТІННЯ; ПОЯВА ВОЛОТЕЙ⁴	
51	Початок появи волоті: верхня частина, волоть помітно
52	Поява 20% волоті
53	Поява 30% волоті
54	Поява 40% волоті
55	Поява половини волоті: вузол волоті (neck node) ще в листовій піхві
56	Поява 60% волоті
57	Поява 70% волоті
58	Поява 80% волоті
59	Кінець появи волоті: вузол волоті на рівні вушок прапорцевого листка. тичинки ще помітні
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння: тичинки з'являються на поверхні волоті
65	Середина цвітіння: тичинки з'являються на більшості колосків
69	Кінець цвітіння: Всі колоски відцвіли. Поодинокі висохлі тичинки ще помітні
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	Перші зерна досягли половини свого кінцевого розміру. Вміст зерен водянисте.
73	Рання молочна стиглість
75	Середня молочна стиглість. Всі зерна досягли свого кінцевого розміру. Вміст зерен молочний
77	Пізня молочна стиглість
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ЗЕРЕН	
83	Рання воскова стиглість

85	М'яка воскова стиглість. Вміст зерен ще м'яке, але сухе. Вм'ятина від нігтя випрямляється
87	Тверда воскова стиглість. Вм'ятина від нігтя випрямляється
89	Рання повна стиглість. Зерно тверде, тільки насилу розколюється нігтем великого пальця.
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
92	Пізня повна стиглість. Зерно тверде, не ламається нігтем великого пальця
97	Рослина повністю відмерла. Солома ламається.
99	Зібраний врожай зерна.

Транспіраційний коефіцієнт рису може сягати 800-1000, але при вирощуванні під шаром води, він різко знижується і не перевищує 400-500.

В період вегетації потреби рису у волозі неоднакові. Наприклад, дружні сходи його з'являються при сівбі насіння у вологий, але незатоплений ґрунт. Погано витримує рис затоплення товстим шаром води (понад 5 см) у фазі кущення, а період **максимальної потреби у волозі** – у фазі трубкування та викидання волоті, тоді його можна затоплювати шаром води до 15 см і більше. Після цього знову знижуються вимоги рису до вологості і він досягає без затоплення. Витримує затоплення протягом 60-70 днів.

Рис росте на **ґрунтах** різної родючості та механічного складу, що не схильні до заболочування, добре витримує беззмінне вирощування на одному місці 3-4 роки. Кращими для нього є родючі ґрунти зі слабо кислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,5-6,5).

Рис добре витримує середню засоленість ґрунту. Урожаєм 1 ц зерна рису з ґрунту виноситься в середньому 2,4 кг азоту, 1,2 кг фосфору і 3,0 кг калію.

Технологія вирощування

Сорти. Вирощуються такі сорти рису: Антей, Зубець, Дніпровський, Янтарний, Україна 5, Україна 96, Перекат, Спальчик, Дунай, Мутант 428, КОП-680-92, Слав'янець та інші.

Попередники. Для вирощування рису необхідна наявність зрошувальної системи (вирівняність рельєфу, глибина ґрунтових вод – не ближче 2-3 м, ґрунти не повинні бути схильні до заболочування), яка передбачає розбивку площі на карти (20-25 га) поздовжніми валами через 200-300 м довжиною 600-1500 м, а карти розбивають на чеки

поперечними земляними валами заввишки 30-35 см на 2-5 га.

Рис вирощують у спеціальних люцерново-рисових сівозмінах із розміщенням на 1 місці 2-3 роки підряд.

Обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту насамперед передбачає поліпшення його аерації, знищення бур'янів, вирівнювання поверхні поля.

При розміщенні рису по багаторічних травах, після їх остатнього укосу обробляють пласт важкою дисковою бороною БДТ-7 на глибину 10-12 см в два сліди, а потім проводять зяблеву оранку плугами з передплужниками на глибину 27-30 см. Зяблеву оранку з попереднім лушенням стерні дисковими луцильниками, здійснюють при розміщенні рису після рису, зайнятого пару на глибину 20-22 см. Після оранки поверхню ґрунту не вирівнюють, щоб вона краще провітрювалась і промерзала.

Весняний обробіток ґрунту, зораного восени на повну глибину, починають із боронування, яке запобігає підняттю солей до поверхні, після чого вносять добрива. До початку сівби поле вирівнюють в агрегаті з котками. Навесні проводять 2-3 культивації чизель-культиваторами на глибину 15-18 см з одночасним боронуванням. Передпосівну культивацію з одночасним внесенням добрив проводять на глибину 8-12 см, а після цього – боронування з коткуванням важкими котками. При мінімалізації обробітку ґрунту застосовують культиватор-фрезу-сівалку КФС-2,4.

Чеки, які позагнівали, за 7-8 днів до сівби рису переорюють на глибину 16-18 см плугами ПН-4-35 в агрегаті з котком.

Удобрення. Коренева система рису відзначається недостатньою біологічною активністю, тому він дуже добре реагує на внесення добрив.

Рис вирощують переважно на каштанових солонцюватих ґрунтах, де потреба його в калії майже повністю задовольняється за рахунок ґрунтових запасів. Тому калійні добрива (K_{30-60}) вносяться тільки на чорноземних і темно-каштанових ґрунтах. Азотні та фосфорні добрива в перший рік вирощування рису вносять по 90-120 кг/га, а на другий рік норму збільшують на 20-25%.

У період вегетації найбільша потреба рису в азоті при появі сходів, формуванні генеративних органів та під час наливання зерна. Найкраще забезпечується рис азотом, коли азотні добрива на запланований урожай вносити роздрібно (у три строки): 50-70% – в основне удобрення, 30-50% – у підживлення у фазі повних сходів (2-3 листки) та на початку кущення (4-5 листків), яке здійснюють з літаків ЛП-2.

При вирощуванні рису після люцерни, потреба в азотному підживленні відпадає.

Фосфор і калій рис інтенсивно засвоює у період кущення-цвітіння, тому фосфорні та калійні добрива повністю вносять восени або в підживлення у фазі кущення.

Органічні добрива у нормі 40-50 т/га застосовують звичайно при висіванні рису після рису. Орієнтовні норми добрив під рис залежно від попередників становлять по пласту люцерни – по 80 кг/га азоту і фосфору та 60 кг/га калію в основне удобрення: по обороту пласта – по 60-80 азоту і 60-90 кг/га фосфору та калію в основне удобрення й по 40 кг/га азоту по сходах і у фазі кущення.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують добре виповнене кондиційне насіння, очищене від бур'янів та інших домішок. Насіння повинно мати чистоту не нижче 98,5% і лабораторну схожість не нижче 90%. Перед сівбою насіння протягом 5-7 діб прогрівають під сонячними променями, потім протруюють. Специфічним прийомом є замочування насіння за добу до сівби у 30% розчині сульфату амонію. Насіння, яке в розчині не осідає на дно, вибраковують. Одночасно з протруюванням та пророщуванням, насіння слід обробити мікроелементами – міддю, магнієм, кобальтом, молібденом у дозі 500 г/т.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Рис висівають, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 12°C, а вода – до +12...+14 °C. Найпоширеніший спосіб сівби звичайний рядковий сівалками СЗ-3,6, КФС-3,6, СРН-3,6 та ін. Можна висівати рис вузькорядним або перехресним способом.

Враховуючи недостатню польову схожість насіння (в польових умовах 50%), рис висівають підвищеними нормами висіву: при сівбі ранньо- і середньостиглих сортів після багаторічних трав – 7, середньо-пізньостиглих – 8, по обороту пласта – 9, на третій рік сівби рису – 10 млн. шт. насінин на га.

Глибина загортання насіння – 1-2 см. При глибокому загортанні насіння норму висіву збільшують. Якщо насіння з якихось причин не можна висіяти сівалкою, застосовують авіацію.

Догляд за посівами. Під час вегетаційного періоду необхідно підтримувати необхідний рівень води. Після сівби чеки одразу затоплюють шаром води 12-15 см і підтримують його до початку проростання насіння. Коли насіння наکیلється, шар води зменшують

до 5-7 см і в міру росту сходів збільшують до 15 см. Під час кущіння воду скидають до 5 см і посіви підживлюють азотними добривами. Такий рівень води підтримують поки рослини розкущатися. Після цього товщину шару води знову доводять до 15 см і підтримують такий рівень до передзбирального скидання води. Воду з чеків скидають за 2 тижні до збирання врожаю, щоб ґрунт підсох і по ньому могли рухатись машини.

Для боротьби з бур'янами у фазі 1-4 листків воду на 2-5 днів скидають, посіви обробляють гербіцидами 2,4-Д (2-3 кг/га), пропанідом (16-30 л/га), стамом Ф-34 (14-25 л/га). Коли основна маса бур'янів буде пошкоджена, шар води збільшують до 15 см. Водорості на посівах рису знищують розчином сульфату міді. Застосовуючи до сівби гербіцид ялан (2-6 кг/га), рис можна вирощувати без глибокого затоплення до фази кущіння.

Боротьба зі шкідниками проводиться на початку кущіння проти попелиць, комарика, прибережної мухи за допомогою таких інсектицидів: актеллік (0,5 л/га), децис (2 л/га), сумітрон (1,0 л/га) та ін. Якщо на рослинах з'являються ознаки пирикуляріозу, посіви обробляють розчином фундазолу (1,0-1,5 кг/га), препаратом рацид – П-1 (2 кг/га).

Збирання врожаю. Рис збирають переважно роздільним способом, тому що він у волотях досягає неодноразово і раніше, ніж всихає соломка. Починають збирання, коли на рослинах 85-90% зерна досягне повної стиглості. Скошують рис жатками, залишаючи стерню висотою 15 см. Коли вологість зерна знизиться до 15-18%, валки обмолочують комбайнами СКПР-6, СКД-6Р з розтиланням соломи валками. Через 2-4 дні валки обмолочують повторно при високих частотах обертання барабана.

При застосуванні прямого комбайнування посіви, за 4-5 днів до збирання обробляють за допомогою літаків (ДН-2) хлоратом магнію (26 кг/га д. р.), що зумовлює швидке і дружнє підсушування (десикацію), 90-95 % зерна при цьому досягає повної стиглості.

Після обмолоту здійснюють первинне очищення та сушіння зерна з доведенням вологості зерна до 14-15%.

Гречка (*Fagopyrum*)

Гречка – цінна круп'яна й медоносна культура (з 1 га отримують 60-100 кг меду). Незважаючи на важливе народногосподарське значення гречки, її урожайність та об'єм виробництва залишаються ще

досить низькими, хоча сучасні сорти гречки, при належних умовах вирощування, здатні забезпечити достатньо високі врожаї.

Плоди гречки містять 70-80% крохмалю, 10-12% легкозасвоюваного білка, корисні органічні кислоти, багато вітамінів B₁, B₂ і PP, мінеральні солі й глікозид Р (рутин), що має лікувальне значення, мікроелементи (бор, йод, мідь, кобальт).

Батьківщиною гречки вважають Східну Азію.

Гречка часто використовується для виробництва дитячого харчування та дієтичних продуктів. Світова площа вирощування гречки становить близько 4 млн. га. В Україні гречка займає близько 400 тис. га. У Вінницькій області площі посіву гречки досягають 23,7 тис. га. Середня врожайність гречки в Україні не перевищує 7-10 ц/га, у передових господарствах збирають по 15-20 ц/га, а в сприятливі роки – 25-33 ц/га.

Причини нестабільної врожайності: 1) диспропорція між площею листків та кількістю квіток на користь останніх; 2) тривалий період цвітіння (до 30 днів); 3) не завжди сприятливі умови для бджолозапилення (дощова або надто суха погода).

Біологічні особливості. Гречка відноситься до **теплолюбних** рослин. Її насіння починає проростати при температурі ґрунту +7...+8°C. Запилюється комахами, (частково вітром). Із 500-1500 квіток на рослині плідними є не більше 5-20%. Сходи її чутливі до заморозків і пошкоджуються при температурі повітря мінус 2-3°C, при мінус 4°C рослини повністю гинуть. При температурі вище 25°C гречка пригнічується, особливо у фазі цвітіння. Краще вона розвивається при температурі близько 20°C і відносній вологості повітря не нижче 60%.

Вона є однією із **найвологолюбивіших** культур. Потреба її у воді у три рази вища від проса й у два рази – від пшениці. Транспіраційний коефіцієнт гречки – 400-600. Недостатнє вологозабезпечення в генеративний період призводить до утворення до 40% щуплого зерна.

Рослина короткого світлового дня. Вона добре росте на різних ґрунтах з кислотністю рН 5,0-7,5. Не придатні для неї дуже важкі, перезволожені і засолені ґрунти. При малих площах живлення слабо гілкується. Здатна пригнічувати бур'яни. Відносно не вибаглива до родючості **ґрунтів**. Характеризується високою засвоювальною здатністю кореневої системи за рахунок корневих виділень рослин, які здатні перетворювати важкорозчинні сполуки фосфору у більш розчинні і доступні для рослин. Оскільки коренева система слаборозвинена, то кращі для неї – родючі ґрунти. Є типовою ремонтантною рослиною

(росте і цвіте одночасно).

Надійним шляхом реалізації потенційної продуктивності гречки, підвищення рівня врожайності є розробка та застосування енергозберігаючих елементів технології, які здатні зменшувати дію несприятливих факторів середовища у критичні періоди її розвитку, з урахуванням біологічних особливостей. Це розміщення в сівозміні, диференційований обробіток ґрунту, спрямований на боротьбу з бур'янами агротехнічними заходами, сівба в оптимальні строки, внесення мінеральних добрив для забезпечення культури у період найбільшої потреби в них, своєчасне та якісне збирання врожаю з наступною очисткою зерна.

Вегетаційний період у гречки 60-90 днів. В онтогенезі розрізняють такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи, гілкування, бутонізацію, цвітіння, плодоутворення, досягання зерна.

Технологія вирощування

Сорти. В Україні поширені такі сорти гречки: Оранта, Антарія, Елена, Іванна, Роксолана, Рубра, Степова, Слобожанка, Українка.

Попередники. Кращими попередниками гречки є: озима пшениця, ячмінь, цукрові буряки, кукурудза, зернобобові. Гречка для гречки є поганим попередником, недоцільно розмішувати її посіви після суданської трави, соняшника, які пересушують ґрунт.

Основною причиною низьких врожаїв культури є те, що її вважають не вимогливою до ґрунту і попередників. Кращими для гречки є легкі ґрунти з достатньою забезпеченістю вологою і поживними речовинами.

Гречка – фітосанітарна культура. Вона є добрим попередником для інших культур у сівозміні. За даними науково-дослідних установ, висіяні після неї колосові у 2-7 разів менше уражуються кореневими гнилями, ніж після зернових попередників. Гречка сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту, значно знижує його щільність. Таким чином, гречка як попередник у сівозміні може забезпечити одержання оптимальних урожаїв наступних за нею сільськогосподарських культур.

Гречка добре засвоює фосфор і калій з важкорозчинних сполук і переносить їх з нижніх горизонтів ґрунту у верхні. Кореневі виділення її містять органічні кислоти: лимонну, оцтову, щавлеву і мурашину.

Фермерським господарствам з виробництва зерна круп'яних та колосових культур рекомендуються наступні короткоротаційні

сівозміни: горох – озима пшениця – гречка; горох – озима пшениця – просо; горох – просо – гречка.

Позитивом такої спеціалізації є однотипність технології вирощування, тому і потреба у технічних засобах буде однотипною, що економічно вигідно.

Гречку вирощують також післяукісно і післяжнивно після однорічних трав і ранніх зернових.

Обробіток ґрунту. Ефективність різних способів обробітку ґрунту великою мірою залежить від засміченості поля та попередників.

Весняний обробіток ґрунту під гречку залежить від кількості вологи в ньому, погодних умов весни та виду бур'янів. Для цього необхідно, після закриття вологи при перезволоженні ґрунту та появи бур'янів, провести першу культивуацію на глибину 10-12 см (одночасно з сівбою ранніх ярих культур) (табл. 58).

58. Види та інтенсивність зяблевого обробітку ґрунту залежно від попередника та ступеня засмічення полів при вирощуванні гречки

Попередники	Засміченість, шт./м ²	
	Сильна, 51-100	Слабка, 6-15
Стерньові	Дворазове лущення стерні на 10-12 см. Зяблева оранка на глибину 27-30 см або на глибину орного шару	Лущення стерні до 8 см. Рання зяблева оранка на 20-22 см, із наступним обробітком за типом напівпару.
Просапні	Зяблева оранка на 20-22 см, після кукурудзи – на 25-27 см з подальшим вирівнюванням ґрунту	Безполицевий обробіток ґрунту на 20-22 см.

При оптимальній чи недостатній вологості ґрунту, після закриття вологи та вирівнювання поля, його слід обробити тільки перед сівбою на глибину загортання насіння до утворення структурно-агрегатного стану припосівного шару.

Якщо поле забур'янене кореневищними та коренепаростковими бур'янами, незалежно від вологості ґрунту, слід провести проміжну культивуацію з обов'язковим одночасним прикочуванням поля. При такому обробітку в ґрунті зберігається волога у верхньому припосівному шарі, і при його прогріванні, бур'яни швидко проростають.

Представлена диференційована система обробітку ґрунту під гречку гарантує одержання дружних її сходів навіть у суху весну, за рахунок збереження осінньо-зимових запасів вологи, а також зменшення засміченості посівів на 80%.

Удобрення. Гречка має слаборозвинену, але активну кореневу

систему. Вона характеризується підвищеною чутливістю до умов живлення. До початку масового цвітіння – утворення плодів, гречка споживає приблизно $N_{60}P_{60}K_{45}$. Решта елементів живлення застосовується культурою у фазі цвітіння-достигання. Для утворення 1 ц зерна гречка виносить з ґрунту 4,5 кг азоту, 3 кг фосфору, 7,5 кг калію. Органічні добрива, внесені безпосередньо під гречку, спричиняють посилений ріст вегетативної маси - “**жирування**”, що зменшує врожайність зерна гречки.

На дерново-підзолистих ґрунтах вносять повне мінеральне добриво ($N_{45}P_{45}K_{45}$). На чорноземах застосовують здебільшого фосфорні добрива (P_{45-60}). Калійні хлорвмісні добрива спричиняють плямистість листків, знижують інтенсивність фотосинтезу. Під гречку доцільно вносити безхлорні калійні добрива – каліймагnezію, сірчанокислий калій, калійну селітру, попіл.

Внесення мінеральних добрив під гречку є одним із важливих заходів, що істотно впливає на продуктивність культури. Проте, рекомендований спосіб її удобрення, шляхом основного внесення мінеральних добрив під оранку, в рядки при сівбі та наступними підживленнями у період вегетації, характеризуються низькою окупністю добрив зерном гречки.

Для підвищення ефективності добрив та забезпечення рослин елементами живлення, мінеральні добрива доцільно вносити у періоди найбільшої їх потреби. Таким періодом у гречки є ІХ етап органогенезу (фаза масового цвітіння – початок плодоутворення). В цей період рослини слід підживлювати аміачною селітрою, яку вносять дозою 20-30 кг д. р. на 1 га локальним способом за допомогою культиватора – рослинопідживлювача УСМК-5,4А, під час останньої культивації (на широкорядних посівах) або поверхневим способом за допомогою відцентрового розкидача НРУ-0,5.

Дана технологія, порівняно з традиційною, згідно з якою мінеральні добрива вносяться в три прийоми, завдяки оптимізації терміну їх внесення, забезпечує підвищення врожайності гречки на 26-33% (з 19,1 до 24-36 ц/га), зниження майже втричі енергетичних і трудових затрат на удобрення ґрунту, завдяки зменшенню кількості технологічних операцій, а також підвищення окупності мінеральних добрив (з 1,1 до 43 кг зернових одиниць на кілограм добрив).

Потреба рослин гречки у фосфорі та калію на всіх етапах її розвитку забезпечується за рахунок здатності кореневої системи розчиняти та споживати ці поживні речовини з важкодоступних форм, що пере-

бувають у ґрунті, а також за рахунок активної життєдіяльності мікроорганізмів, при достатній кількості тепла та вологості ґрунту.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують виповнене насіння, чистота якого не нижче 99%, лабораторна схожість вища 92%. Перед сівбою насіння протруюють вітаваксом, фундазолом або іншими препаратами з розрахунку 2-3 кг/т. Одночасно з протруюванням його обпудрюють борними, мідними, марганцевими, цинковими мікродобривами з розрахунку 25-50 г/га.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Гречка – культура пізніх строків сівби. Від танення снігу до початку сівби має минути 35-40 днів. Її висівають при настанні стійкої температури ґрунту на глибині 10 см – +10°C. Оптимальний строк сівби гречки настає в нашій зоні в кінці першої – на початку другої декади травня. Отримання повних і дружних сходів заданої густоти досягається рівномірним загортанням насіння. Оптимальна глибина 4-5 см, при недостатньому зволоженні – до 5-6 см.

Гречку сіють двома способами – звичайним рядковим з міжряддям 15 см (СЗ-3,6, СЗТ-3,6) та широкорядним із міжряддям 45 см (ССТ-12А із пристроєм СТЯ-27.000). На чистих від бур'янів полях рекомендується сіяти суцільним способом, а на засмічених – широкорядним.

Гречка належить до культур, які здатні реагувати на розширення площі живлення збільшенням кількості гілок різних порядків, квіток і плодів. Проте, найбільше повноцінного зерна формується на центральному стеблі та на гілках першого й другого порядків. Тому надмірне гілкування, зумовлене великою площею живлення, не сприяє збільшенню врожайності, а тільки продовженню фази цвітіння та плодоутворення.

Норма висіву залежить від ґрунтово-кліматичних умов, строків і способів сівби, чистоти полів, забезпеченості ґрунту поживними речовинами, вологою. Оптимальною нормою висіву для південних районів області при широкорядному способі сівби є 2,0-2,5 млн., при рядковому її збільшують до 3,0-3,5 млн. схожих насінин на 1 га. Норма висіву насіння при звичайній рядковій сівбі в зонах достатнього зволоження становить 80-100, а в посушливих умовах – 50-70 кг/га. На широкорядних і стрічкових посівах висівають відповідно 35-40 і 50-60 кг/га.

Посівний агрегат доцільно комплектувати легкими котками для ущільнення ґрунту та борінками, з метою мульчування його верхнього шару.

Зрідка для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди. Однак гречка дуже чутлива до них, тому хімічну обробку потрібно закінчити за 10-12 днів до сівби культури й обробляти лише дуже засмічені ділянки (2,4 Д амінна сіль – 1,5 кг/га).

Догляд за посівами. Доглядом за рослинами створюються оптимальні умови живлення та освітлення, за рахунок знищення бур'янів, утворення додаткової зони кореневої системи, проводячи підгортання рослин.

У фазі проростання, але не пізніше як за 3-4 дні до появи сходів, посіви боронують середніми боронами, що знищують проростки бур'янів, особливо злакових, не пошкоджуючи проростків гречки. Боротьба з цими бур'янами у пізніші фази їх розвитку дуже ускладнюється. Боронують посіви легкими боронами тільки у тому випадку, якщо появилася велика кількість проростків бур'янів. Найкраще боронування проводити в середині дня упоперек або по діагоналі напрямку сівби на пониженій швидкості трактора.

Міжряддя гречки розпушують 2-3 рази. Якщо післясходовим боронуванням замінили перше розпушування, то міжряддя обробляють двічі. **Перший раз** розпушують культиваторами, обладнаними лапами-бритвами, при повних сходах (чітко визначені рядки) на глибину 3-4 см. Щоб рослини не засипалися землею і не пошкоджувалися, лапи встановлюють на відстані 10 см від рядка. **Другий раз** – через 10-12 днів (початок бутонізації) культиватором УСМК-5,4 з одночасним підгортанням рослин. На сухих ґрунтах – на глибину 8-10 см, а на вологих – на 12-14 см. Під час підгортання культурних рослин, проростки бур'янів, що з'явилися в рядках захисних смуг, засипаються ґрунтом і гинуть. Рослини гречки утворюють додаткове коріння, в результаті чого поліпшується водно-мінеральне забезпечення рослин.

Втретє міжряддя обробляють перед змиканням рядків (у фазі гілкування) на глибину 6-8 см.

За широкорядного способу сівби міжряддя обробляють так, щоб вони весь час були чистими від бур'янів, а ґрунт – у розпушеному стані.

Врожайність гречки підвищується при запиленні посівів бджолами на 5-6 ц/га. Бджолині сім'ї (2-3 на 1 га) треба вивозити на посіви до початку масового цвітіння рослин. Відстань від пасіки до посіву не повинна перевищувати 0,5 км.

Збирання врожаю. У зв'язку з неодночасним досяганням гречки, найкраще її збирати роздільним способом. Скошування починають при побурінні 75-80% плодів і закінчують не пізніше як за три-чотири дні. Оптимальна висота зрізу 15-20 см. Збирання круп'яних культур у зазначені строки забезпечує не тільки найбільший вихід зерна, але й

поліпшує якість останнього: зменшує плівчастість, підвищує енергію проростання і схожість, вміст білка, крохмалю і цукру.

При збиранні гречки слід враховувати те, що вона може при тривалій посусі закінчити зерноутворення у фазі першої хвилі цвітіння, що призводить до формування дуже низького врожаю. При сприятливих погодних умовах цвітіння й зерноутворення після першої хвилі цвітіння відновлюється, тому варто не поспішати з косовицею, а діждатися закінчення формування та визрівання зерна з другої хвилі цвітіння. Надбавка врожаю в такому випадку може бути досить відчутна.

Неполеглу гречку скошують жниварками ЖВС-6, ЖВН-6А, а високорослу –ЖРС-4. Гречку доцільніше скошувати в ранкові години, не рекомендується збирати її в жарку погоду. Обмолочувати валки починають через 4-5 днів після скошування, коли маса підсохне, вологість стебел і листків зменшиться до 30-35%, а зерен – до 16-19%. Валки підбирають і обмолочують зернозбиральними комбайнами СК-5А“Нива”, “Єнісей”, “Вестерн”, “Джон Дір”, “Лан”, “Кейс” та ін. Доцільне подвійне обмолочування валків.

При сівбі круп'яних культур широкорядним способом, скошування їх у валки треба проводити поперек або під кутом 45-60° до напрямку рядків. За цих умов маса краще утримується на стерні, швидше просихає, добре підбирається під час обмолоту валків, що зменшує втрати врожаю, особливо якщо до підбирання пройде дощ. Інакше втрати зерна можуть складати до 3 ц/га і більше.

Очистку й сушку проводять на зерноочисних машинах ОВС-20, зерноочисно-сушільних комплексах ЗАВ-20, “Петкус-Гігант”.

Питання для самоконтролю

1. Які ботанічні родини та роди входять до групи зернових культур?
2. Охарактеризуйте продовольче, кормове та технічне значення зернових культур.
3. Вкажіть основні проблеми виробництва зерна.
4. Охарактеризуйте особливості поширення зернових культур на території України відповідно до ґрунтово-кліматичних зон.
5. Ботанічна та морфологічна характеристика злакових зернових культур.
6. Охарактеризуйте хімічний склад зерна зернових злакових культур.
7. Озима пшениця. Значення, систематика, морфологічні, біоло-

гічні особливості та технологія вирощування. Поліплоїдний ряд пшениці.

8. Озиме жито. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

9. Вкажіть основні екологічні типи жита?

10. Озимий ячмінь. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

11. Озиме тритикале. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

12. Яра пшениця. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

13. Ярий ячмінь. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

14. Овес. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

15. Кукурудза. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

16. Просо. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

17. Сорго. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

18. Рис. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

19. Гречка. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

9.1.5. Зернобобові культури

Світова потреба в білку зумовлює інтенсивне поширення однорічних зернових бобових культур. Нині за сумарною площею посіву (разом з соєю) вони займають друге місце після зернових культур.

Зернобобові мають важливе значення в зерновому і кормовому балансі господарств, тому що зі всіх сільськогосподарських культур містять найбільше білка. Зерно і зелена маса їх за вмістом білка переважає зернові культури в 2-3 рази і більше. Білок бобових повноцінний за амінокислотним складом і значно краще засвоюється, ніж білок зернових культур.

У складі зернових бобових культур нараховується близько 60 видів. Серед них: соя, горох, квасоля, боби, люпин, маш, вика, вигна, чина, нут, сочевиця, арахіс, лобія, каянус (голубиний горох), деліхос (гіацинтові боби), бархатні боби, канавалія, воандзея та ін. У зв'язку з тим, що серед зернових бобових є холодостійкі і теплолюбиві, посухостійкі і вологолюбиві, їх вирощують на всіх континентах.

Зернові бобові належать до найстародавніших культур на земній кулі. Їх вирощували ще за 7000 років до н. е. (сочевиця, горох, чина) і за 4000-6000 рр. – (соя, нут, кормові боби). Наразі посівні площі під бобовими культурами в світі становлять понад 100 млн. га (13% від площі зернових). В Україні питома вага зернобобових у структурі посівних площ має тенденцію до різкого скорочення і знаходиться в межах 3,8%.

Зерно бобових культур широко використовується на харчові, кормові та технічні цілі. Квасоля та сочевиця, маючи високі смакові й кулінарні якості, використовуються в якості харчових продуктів. Соя має універсальне призначення та використання (харчові продукти, олія, кормові добавки). Горох в основному використовують на харчові та фуражні цілі.

Зерновим бобовим належить особлива роль у розв'язанні білкової проблеми. Це головне джерело збалансованого за амінокислотами, найдешевшого, екологічно чистого білка. В зерні зернових бобових культур (соя, горох, кормові боби, люпин, вика, чина, нут та ін.) більше протеїну (20-50%), але менше жиру (крім сої – 20%). Зернобобові багатші на рибофлавін, але бідніші на каротин. За енергетичною поживністю вони наближаються до ячменю, проте дещо поступаються кукурудзі. Містять в своєму складі значну кількість незамінних і критичних амінокислот, а соя – ще й незамінні жирні кислоти (табл. 59).

59. Характеристика основних зернобобових культур за хімічним складом зерна, % (С.П. Танчик, 2008)

Культура	Білок	Вуглеводи	Жир	Клітковина	Зола
Горох	20-35	20-48	1,3-1,5	3,0-6,0	2,0-3,1
Кормові боби	25-35	50-55	1,0-1,3	3,4-6,0	2,6-4,1
Соя	30-55	20-32	13-26	2,9-11,0	4,5-6,8
Квасоля	22-32	50-60	2,3-3,6	5,0-7,1	2,5-4,6
Люпин	30-48	17-39	3,7-14,0	11,0-18,0	2,5-4,0
Чина	25-34	24-25	0,5-1,2	4,0-5,4	2,5-3,0
Сочевиця	22-36	47-60	0,6-2,1	2,4-4,9	2,0-4,4
Нут	18-34	47-60	4,0-7,2	2,4-12,0	2,5-4,9

Протеїн бобових містить понад 80% фракцій, розчинних у воді і сольовому розчині, що зумовлює високу ефективність його використання в організмі моногастричних тварин. У жуйних через це протеїн швидко розщеплюється до аміаку, що невдовзі виводиться з організму.

В зерні майже всіх зернобобових містяться різні антипоживні речовини (інгібітори ферментів, зокрема трипсину, алкалоїди тощо), що знижують цінність цих продуктів. Більшість цих антипоживних речовин білкової природи і їх можна інактивувати (знешкодити) за допомогою температурної обробки.

Важлива особливість зернових бобових культур – біологічна фіксація азоту атмосфери, що відбувається завдяки розвитку на їх корінні бульбочкових бактерій. При цьому рослини не тільки забезпечують основну потребу в азоті, а й збагачують ґрунт на екологічно чистий азот, підвищують його родючість. Горох, соя, люпин, чина, нут, вика, квасоля, як правило, не потребують внесення в ґрунт азотних добрив.

Зернобобові культури в симбіозі з бульбочковими бактеріями засвоюють азот з повітря. Наприклад, під посівами люпину засвоюється до 300-400 кг/га атмосферного азоту, кормових бобів і сої – до 250, гороху – 100-150, вики – до 100, чини і сочевиці – 90-120, квасолі та нуту – 30-50 кг/га. Засвоєний азот виноситься з урожаєм, проте 25-40% його залишається в ґрунті з органічними рештками культурних рослин.

Для того, щоб бульбочкові бактерії ефективно працювали, необхідно створити їм оптимальні умови для життєдіяльності:

1. Симбіоз дуже чутливий до реакції ґрунтового розчину. На кислих ґрунтах ($\text{pH} < 5,0$) бульбочки формуються погано. Дещо стійкіші до кислого середовища бактерії люпину. Вапнування є важливим заходом інтенсифікації азотфіксації. Разом з тим, лужне середовище засолених ґрунтів теж несприятливо впливає на симбіоз. Найбільш сприятливі (за винятком люпину) для бульбочкових бактерій ґрунти з pH 6,0-6,8.

2. Умови фосфорного і калійного живлення теж сильно впливають на симбіоз. Нестача калію, і особливо фосфору, різко знижує азотфіксацію. Необхідно дотримуватись правильного співвідношення фосфору та калію і своєчасно вносити ці елементи для забезпечення запланованого рівня врожаю.

Горох може не формувати бульбочки, якщо сіяти його після інтенсивно удобрених цукрових буряків чи кукурудзи, по удобреному чорному пару. В таких умовах рослини використовують мінеральний азот з ґрунту.

3. Необхідно створити оптимальні умови для аерації ґрунту і забезпечення його вологою. Важкі, запливаючі глинисті ґрунти малопридатні для вирощування зернобобових культур. Бульбочки не утворюються в сухому ґрунті, коли вологість на початку вегетації становить менше 50-60% від повної польової вологості. Нестача вологи в пізніші фази росту та розвитку може призвести до відмирання бульбочок. Оптимальний інтервал вологості для розвитку бульбочкових бактерій та протікання азотфіксації знаходиться в межах 60-70% від повної вологості ґрунту.

4. Важливо забезпечити необхідну потребу рослин у мікроелементах, які входять до складу ферментної системи, що забезпечує симбіотичну діяльність. Найбільш необхідними є молібден, бор, магній, залізо, кобальт. Наприклад, молібденові добрива здатні підвищувати інтенсивність азотфіксації в десятки разів у розрахунку на одну рослину.

5. В ґрунті, де висівається відповідна бобова культура, повинна знаходитись достатня кількість бульбочкових бактерій, специфічних для даного біологічного виду. Якщо бактерії в ґрунті відсутні, насіння необхідно обробляти спеціальними бактеріальними препаратами (ризоторфін, нітрагін, бактеріальне добриво). Нітрагінізація зернобобових культур особливо ефективна при висіві їх у нових районах вирощування, або після тривалої перерви в їх висіванні. Приріст урожаю від обробітку бактеріальними добривами досягає 20-40%, особливо якщо не вносити азотні добрива.

Якщо створити добрі умови для азотфіксації, то бульбочки набувають рожевого забарвлення. Бульбочкові бактерії починають формуватися при утворенні другої пари листочків. До цього часу рослина використовує азот з сім'ядолей насінини та рухомі сполуки його в ґрунті.

Необхідно відмітити, що при внесенні мінерального азоту, рослини переходять на його споживання і бульбочки не утворюються. Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації. Тому рекомендації щодо внесення більших чи менших норм добрив при вирощуванні зернобобових культур є досить суперечливими. Навіть стартові дози азоту негативно впливають на формування бульбочок. Необхідно повністю використати надзвичайно важливу природну властивість бобових до симбіозу, що дасть змогу вирішити важливі економічні та екологічні проблеми.

Зернові бобові культури є кращими попередниками для більшості польових культур. Люпин, кормові боби і, меншою мірою, горох здатні засвоювати фосфор з важкорозчинних сполук (фосфор їх кореневих решток стає доступним для наступних культур).

Беручи до уваги цінність зернових бобових культур, в Україні потрібно постійно збільшувати їх виробництво, в тому числі і за рахунок розширення площ посіву. Посіви зернобобових займають близько 0,6 млн. га, а валові збори зерна досягають 0,8 млн. т. Середня врожайність їх становить 19-23 ц/га, але досвід передових господарств свідчить, що її можна підвищити в 1,5-2 рази.

Загальна ботанічна характеристика. Всі зернобобові культури – дводольні рослини, які належать до родини бобових (Fabaceae L.) і мають багато спільних ознак.

Коренева система зернобобових стрижнева, складається з головного кореня, який проникає в ґрунт на глибину 90-120 см, та великої кількості бічних відгалужень. На коренях є бульбочки, які утворюються в результаті проникнення в тканини кореневої системи азотфіксуючих бактерій. **Стебло** в зернобобових буває прямостоячим (люпин, кормові боби, нут, кущові форми квасолі, соя), легковилагаючим чіпким (горох, сочевиця, чина) та витким (деякі форми квасолі). **Листки** зернобобових культур можуть бути складними парно- або непарнопірчастими (горох, чина, нут, сочевиця, боби), трійчастими (квасоля, соя), пальчастими (люпин). Культури з трійчастими за винятком квасолі багатоквіткової та пальчастими листками, при проростанні насіння, виносять на поверхню ґрунту сім'ядолі, решта – не виносять. **Квітки** бобових неправильні, метеликового типу, мають 5 пелюсток, різних за виглядом, формою та розмірами, 10 тичинок, маточку з видовженою зав'язю. **Плід** – біб, який у багатьох культур при досяганні розтріскується (за винятком нуту і люпину). **Насінина** вкрита щільною оболонкою і складається з двох масивних сім'ядоль, брунечки та зародкового корінця.

В зернових бобових культур відмічають наступні фенологічні фази росту: проростання, сходи, гілкування стебла, бутонізація, цвітіння, формування бобів, досягання, повна стиглість. Більш практичне значення мають фази сходів, бутонізації, цвітіння та досягання.

В зернобобових, що не виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту, фазу сходів відмічають при появі перших справжніх листків, у решти – при появі на поверхні ґрунту сім'ядоль. Утворення бутонів і квіток свідчить про перехід до фази бутонізації та цвітіння, які встановлюють за першими нижніми квітками.

Початок фази досягання визначається при побурінні 1-2 нижніх бобів, а повне досягання – коли побуріло не менше половини бобів.

При вирощуванні зернобобових культур слід пам'ятати, що їх насіння може проростати при поглинанні води в два рази більше (110-140% їх маси), ніж насіння зернових культур, що особливо важливо для теплолюбних культур, які висівають у пізні весняні строки та півдні України.

Зернові бобові, які виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту, погано переносять глибоке загортання насіння, що може призвести до суттєвого зрідження сходів. Після появи перших справжніх листків ріст бобових часто затримується, особливо в холодну весну, рослини жовтіють, що обумовлено недостатньою кількістю азоту, оскільки бульбочкові бактерії ще не фіксують азот з повітря і можуть проживати паразитично за рахунок азоту рослин. У таких випадках надзвичайно ефективні невисокі дози азоту (N_{20-30}), внесені під передпосівну культивуацію.

Більшість зернобобових культур краще росте на слабокислих або нейтральних середньозв'язних ґрунтах, багатих фосфором, калієм і кальцієм. Добре реагують на вапнування. Тільки люпин краще росте на кислих ґрунтах і погано на карбонатних.

За відношення до тепла зернобобові ділять на три групи:

- маловибагливі (горох, сочевиця, чина, насіння яких починає проростати при температурі ґрунту $+1-2^{\circ}\text{C}$);
- середньовибагливі (нут, кормові боби, люпин вузьколистий, починають проростати при температурі $+3-4^{\circ}\text{C}$);
- високовибгливі (соє, квасоля, у яких проростання насіння починається при температурі $+8-10^{\circ}\text{C}$).

Характерною особливістю зернобобових є тенденція до тривалого цвітіння та плодоутворення, що ускладнює збирання і при незначному перестой може призвести до втрат самого цінного насіння нижніх бобів.

Збирання зернобобових культур ускладнюється ще й тому, що деякі із них (горох, чина, сочевиця, квасоля) сильно вилягають; інші (люпин, кормові боби) на час збирання мають підвищену вологість стебел і листків, а в деяких (соя, кущові форми квасолі) спостерігається дуже низьке розміщення бобів на рослині.

За характером розвитку зернові бобові культури умовно поділяють на три групи: 1) рослини довгого дня (горох, сочевиця, чина, люпин, боби); 2) рослини короткого дня (соя, квасоля Маш); 3) рослини нейтральні до світлового дня (більшість сортів квасолі звичайної, нут).

Найбільше значення в Україні мають горох, соя та люпин.

Горох посівний (*Pisum*)

Зерно гороху містить 20-23% білка, крохмаль, цукри, жир, вітаміни, каротин, мінеральні речовини. У 100 г його зерна міститься 336 калорій (в 100 г пшениці – 347, яловичини – 171). Білка приблизно стільки ж, як і в сирому м'ясі. Горох – традиційна зернова бобова культура в районах прохолодного клімату. Найбільше поширений в Європі та Азії, зовсім мало висівають його в Північній Америці, Південній Америці, Океанії та Австралії, де перевагу надають сої. Всього, за даними світової статистики, горох висівають більше як у 70 країнах.

Горох введений у культуру, очевидно, разом із пшеницею, ячменем, просом, бобами. На території України з'явився, ймовірно, в III-II тисячолітті до н. е., про що свідчать археологічні розкопки на території Чернівецької та Івано-Франківської областей. Батьківщиною гороху посівного вважають Середню Азію – райони між Середземномор'ям і Гімалаями.

Виробництво зерна гороху за останні 14 років збільшилось майже в 1,8 рази. Високими темпами воно зростало в Франції, Україні, Канаді та інших країнах. В Україні він є основною зернобобовою культурою, посівні площі займають близько 0,5 млн. га. Наша країна займає третє місце в світі за виробництвом зерна гороху. У Вінницькій області площі посіву гороху досягають 9,7 тис. га.

Середня врожайність досягає 20-25, а в передових господарствах вирощують по 30-50 ц/га.

Біологічні особливості. Горох посівний – однорічна, трав'яниста, самозапильна культура з вилягаючим стеблом 0,5-1,5 м завдовжки. Коренева система стрижнева, характеризується підвищеною засвоєвальною здатністю. В культурі поширені два види гороху: посівний з білими і польовий (пелюшка) з червоно-фіолетовими квітками.

В онтогенезі гороху розрізняють такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи-бутонізацію, утворення бобів, досягання. Вегетаційний період більшості селекційних сортів триває 70-100 днів (до 140 днів у дуже пізньостиглих форм) (табл. 60 та рис. 25). Горох – найбільш скоростигла серед зернобобових, холодостійка та маловимоглива до тепла культура.

60. Стадії розвитку гороху

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе сім'я
01	Початок набрякання сім'я
03	Кінець набрякання сім'я
05	Вихід зародкового корінця з сім'я
07	Пагін пробив шкірку сім'я
08	Гіпокотиль пробив поверхню ґрунту. Сім'ядолі ще під землею
09	Сходи: гіпокотиль і сім'ядолі пробили поверхню землі
МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	Два лускоподібні прикореневі листи видно;
11	Перший справжній лист с прилистками і вусик (або перший вусик) розпустився;
12	Другий справжній лист с прилистками і вусик (або другий вусик) розпустився;
13	Третій справжній лист с прилистками і вусик (або третій вусик) розпустився;
1...	Стадії продовжуються до...
19	Дев'ять и більше справжніх листків і вусиків розпущені.
МАКРОСТАДІЯ 2: - МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ В ДОВЖИНУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок росту в довжину
31	Видно 1-ше розтягнуте міжвузля ¹
32	Видно 2-ше розтягнуте міжвузля ¹
33	Видно 3-ше розтягнуте міжвузля ¹
3...	Стадії продовжуються до...
39	Видно 9 і більше розтягнутих міжвузлів ¹
МАКРОСТАДІЯ 4	

МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЧАТОК ФОРМУВАННЯ КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
51	Перші бруньки квіток помітні
55	Перші квітки помітні (закриті)
59	Перші пелюстки помітні; квітки ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
60	Перші відкриті квітки
61	Початок цвітіння: 10% квітів відкриті
	20% квітів відкриті
	30% квітів відкриті
	40% квітів відкриті
	Повне цвітіння: 50% квітів відкриті
	Цвітіння, що завершується
	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	10% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік
72	20% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік
73	30% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 80.
74	40% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 95.
75	50% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 105.
76	60% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 115.
77	70% бобів досягли видо- або сортотипової довжини; Вміст зерен затверділий, при сплюснуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 130.
79	Боби досягли видо- або сортотипового розміру (зелена стиглість); насіння повністю розвинуте

МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
81	10% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
82	20% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
83	30% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
84	40% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
85	50% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
86	60% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
87	70% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
88	80% насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
89	Повна стиглість: всі боби на рослині сухі та тверді. Насіння сухе та тверде (суха стиглість)
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
	Рослина відмерла
	Продукти збирання (зерно)

¹Рахуються з вузла з сім'ядолями

Насіння починає проростати при **температурі** 1-2°C. Проте, біологічний мінімум для одержання дружніх сходів гороху становить 4-5°C. При нижчій температурі сходи з'являються лише через 15-25 днів, знижується польова схожість та енергія росту рослин. З підвищенням температури до 10°C насіння проростає швидше, сходи з'являються за 5-7 днів. Вони можуть витримувати приморозки до мінус 5-7°C. Стійкіші до морозів кормові сорти пелюшки. Оптимальна температура для утворення вегетативних органів гороху – 12-16°C, генеративних – 16-20°C. Температура понад 26°C негативно впливає на величину і якість урожаю. Більш холодостійкі сорти пелюшки, кормового гороху, багато з яких є зимуючими.

До **вологи** горох вимогливий. При бубнявінні та проростанні, насіння звичайних сортів вбирає 100-115% води від власної маси, а мозкових сортів – до 150%. Найкращі умови для росту складаються при випаданні 450-600 мм за рік, а вологість ґрунту становить 70-80% найменшої вологоємкості. У посушливі роки вегетація гороху може скорочуватись у півтора рази. Найстійкіші проти посухи ранньостиглі сорти, які встигають сформувати урожай, використовуючи зимові запаси вологи в ґрунті. Разом з тим, значна вологість під час цвітіння та утворення плодів призводить до надмірного розростання вегетативної маси, взаємозатінення рослин, внаслідок чого насіння формується дрібним.

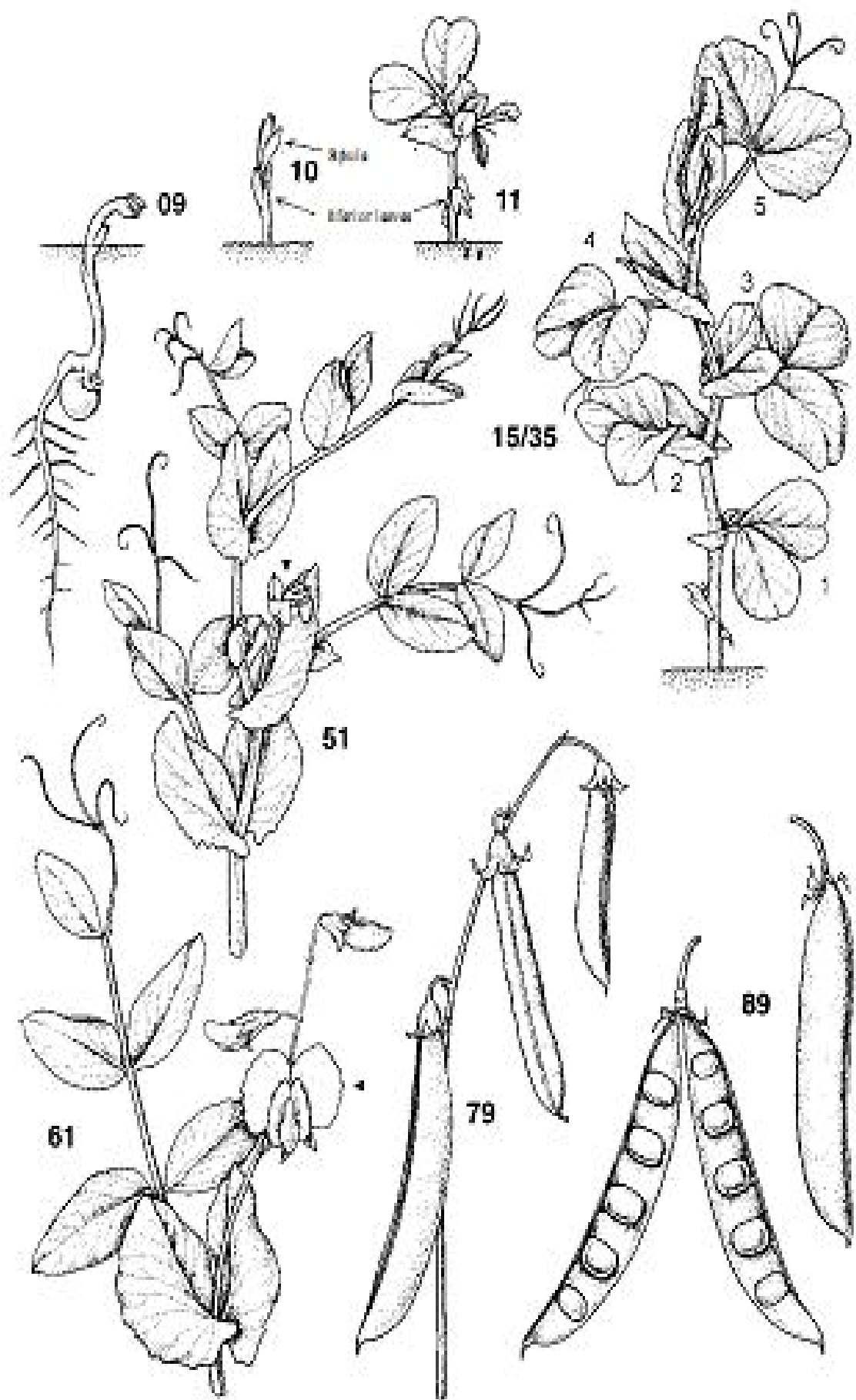


Рис. 25. Стадії розвитку гороху.

За посухостійкістю горох переважає боби, вику і люпин, але поступається сої, сочевиці, нуту та чині. Незважаючи на те, що горох не відноситься до посухостійких культур, його можна вирощувати у відносно посушливих умовах. Це можливо завдяки глибокому проникненню добре розвинутої стрижневої кореневої системи. Транспіраційний коефіцієнт становить 400-600. Внесення фосфорних і калійних добрив скорочує витрати води на 6-10%. Горох погано росте при неглибокому заляганні ґрунтових вод.

Горох – **світлолюбна** культура і належить до рослин довгого світлового дня. Недостатня кількість світла дуже пригнічує його розвиток. В умовах затінення стебла витягуються, вилягають, слабше розвивається коренева система, пригнічується плодоутворення, зменшується врожайність. Фотоперіодична реакція гороху тісно пов'язана з спектральним складом світла. У світлі довгого дня переважають довгохвильові промені, що сприяє прискореному розвитку гороху, значно підвищується його врожай.

Горох – культура високородючих **ґрунтів**. Найвищі врожаї одержують на чорноземах, сірих лісових і окультурених дерново-підзолистих ґрунтах, суглинкових за механічним складом. Реакція ґрунтового розчину (рН 6,8-7,4) має бути нейтральною. В ґрунті повинно бути достатньо гумусу, вапна, фосфору, калію, кальцію та мікроелементів молібдену і бору. На важких, дуже щільних і кислих ґрунтах коренева система розміщується неглибоко, пригнічується життєдіяльність бульбочкових бактерій. Такі ґрунти несприятливі для вирощування гороху.

Технологія вирощування

В Україні вирощують фуражні та цінні **сорти гороху**, з яких виробляють крупу. До **фуражних** належать такі сорти: Ароніс, Беркут, Вінничанин, Вінець, Грант, Дамір 2, Елегант, Камертон, Луганський, Лазер, Менгір, Схід, Світязь, Явор, Харківський 320, Харківський сталевий, Харківський янтарний та ін. З **цінних** сортів поширені: Світ, Харків'янин, Степовик, Норд, Надійний, Комбайновий 1, Інтенсивний 92, Беркут, Аграрій та ін. На **зелений горошок** в Україні районовані Ранній консервний 20/21, Ранній Грабовський 11, Овочевий 76, Превосходний 240. Із сортів овочевого гороху поширені Альфа, Вега, Гермес, Горн, Каскад, Селена, Уладівський харчовий та інші.

Попередники. Кращими для гороху *попередниками* є культури, які залишають поле чистим від бур'янів і не висушують ґрунт. У районах з посушливим кліматом не слід висівати його після цукрових буряків, соняшнику, суданської трави, сорго. Не треба вирощувати горох після інших бобових і гороху, бо це сприяє розвитку фузаріозу, розмноженню нематод, бульбочкового довгоносика та зерноїда. Не можна розміщувати посіви гороху близько від посівів багаторічних бобових трав, на яких зимують бульбочкові довгоносики. На одному і тому самому місці горох можна вирощувати не раніше, ніж через 4 роки. В сівозміні горох доцільніше розміщувати між двома зерновими злаковими культурами, або між зерною злаковою і технічною не бобовою культурою.

Обробіток ґрунту. При вирощуванні гороху максимальну увагу слід приділяти боротьбі з бур'янами. Тому потрібно застосовувати поліпшений або напівпаровий обробіток ґрунту з дворазовим лущенням стерні та ранньою зяблевою оранкою або іншим видом основного обробітку ґрунту. В цілому основний обробіток ґрунту під горох такий самий, як і під ранні ярі хлібні культури.

Весняний обробіток починають з боронування в 1-2 сліди зубовими бородами і вирівнювання поверхні ґрунту шлейфами. Перед сівбою проводять культивуацію в 1-2 сліди на глибину 7-8 см з одночасним боронуванням. На легких ґрунтах перед сівбою застосовують коткування.

Удобрення. Для утворення 1 ц зерна горох забирає з ґрунту 5,5-6,5 кг азоту, 1,5-1,7 кг фосфору, 2-2,5 кг калію. Він добре реагує на застосування органічних і мінеральних добрив. Однак органічні добрива у вигляді напівперепрілого гною або компосту з розрахунку 18-20 т/га вносять тільки на бідних піщаних ґрунтах, доповнюючи їх фосфорними. На більш родючих ґрунтах таке удобрення спричинює інтенсивний ріст зеленої маси (жирування), що затримує досягання врожаю.

При вирощуванні гороху дуже ефективні фосфорні добрива. Калійні ефективні на нечорноземних ґрунтах Полісся. Фосфорні (P_{50-60}) і калійні (K_{40-50}) добрива треба вносити до сівби (краще під зяблевий обробіток). Цінним калійним добривом є попіл. Під час сівби в рядки вносять гранульований суперфосфат (P_{10}).

Азотні добрива під горох не вносять або застосовують невеликими дозами для посилення азотного живлення рослин на початку вегетації. Для поліпшення азотного живлення за рахунок симбіотичного азоту рослини заражають бульбочковими бактеріями, проводячи інокуляцію

насіння ризоторфіном. На дерново-підзолистих ґрунтах вносять також молібденові мікродобрива, обпудрюючи насіння молібденово-кислим амонієм з розрахунку 50 г на гектарну норму.

Підготовка насіння до сівби. Насіння гороху готують наступним чином. Відразу після збирання його очищають і піддають фумігації хлорпікрином для знищення горохового зерноїда. За два тижні до сівби для боротьби з грибними захворюваннями, насіння протруюють препаратами стиракс (2,5 л/т), максим (1 л/т). Безпосередньо перед сівбою (в день висівання) насіння інокулюють ризоторфіном і обпудрюють мікроелементами. Інокуляцію ризоторфіном можна проводити лише тоді, коли насіння протруєне фундазолом. З іншими препаратами поєднувати інокуляцію недоцільно, бо більшість бактерій при цьому гине.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Горох висівають одночасно з ранніми ярими хлібами. Запізнення з сівбою на 7-12 днів на Поліссі може спричинити зниження врожаю на 2-3, а в Лісостепу – на 3-4 ц/га. Кращим способом сівби є вузькорядний. Однак такі сівалки загортають насіння в ґрунт погано, тому використовують сівалки для звичайної рядкової сівби.

Норма висіву гороху залежить від умов вирощування і його сортових особливостей: середньонасінних сортів у посушливих умовах півдня України висівають 1-1,1 млн. схожих насінин на 1 га, в Лісостепу – 1,2-1,4, на Поліссі – 1,3-1,5 млн. Для великонасінних сортів норми зменшують на 10-15%, для дрібнонасінних – на 10-15% збільшують. Глибина загортання насіння становить 5-6 см, на легких ґрунтах і в посушливих умовах – 7-8, а на важких і в умовах підвищеної вологості – 4-5 см.

Догляд за посівами. Відразу після сівби проводять коткування кільчасто-шпоровими або гладкими котками з одночасним боронуванням легкими боронами. Цей прийом ефективний у посушливих умовах, при підвищеній вологості його не проводять. Через 5-6 діб, якщо на посівах утворюється ґрунтова кірка і з'являються ниткоподібні проростки бур'янів, поле боронують ротаційними борінками. Інтенсивна технологія передбачає внесення гербіциду прометрину (3-5 кг/га) під досходове боронування. Він знищує дводольні однорічні і злакові бур'яни. До або після сходів у фазі 3-6 листків гороху можна застосовувати півот (0,5-0,75 л/га). Після з'явлення бур'янів, коли висота рослин досягне 5-12 см, в разі потреби проти дводольних бур'янів застосовують по 2-3 кг/га гербіциду 2М-4Х. Якщо горох вирощують без застосування гербіцидів, то після з'явлення сходів, коли на рослині

утвориться 3-4 листки, але ще не утворилися вуса, посіви боронують середніми боронами на швидкості до 4 км/год. За такої технології норми висіву потрібно збільшувати на 0,2-0,3 млн. схожих насінин на 1 га.

Захист рослин від *хвороб і шкідників*. В умовах України найбільш шкодочинні на посівах гороху кореневі гнилі, переноспороз і аскохітоз. Проти корневих гнилей і аскохітозу протруюють насіння за 2-3 тижні до сівби. Проти переноспорозу, а також аскохітозу посіви гороху обробляють в фазу бутонізації цинебом (2-4 кг/га) або танго (0,6-0,8 кг/га).

Із шкідників на посівах гороху найбільш поширені бульбочкові довгоносики, попелиці, горохова плодожерка, вогнівки, трипси, гороховий комарик, горохова зернівка. Для захисту від бульбочкових довгоносиків на початку заселення шкідником проводять краєві обробки, а при збільшенні чисельності до 15-30 жуків на 1 м², застосовують суцільне обприскування в період вегетації препаратами: карате (0,1-0,125 л/га), фастак 10% к.е. (0,1-0,2 л/га), регент (60 г/га) або інші інсектициди.

Проти попелиці, яка виявлена на краях поля і її чисельність складає 10-15 шт. на одну рослину, проводять краєві обробки. У випадку, коли попелиця розселилась по всьому полю і чисельність досягла 20-30 екз. на рослину, для суцільного обприскування застосовують децис, актелік (0,9-1,0 л/га), БІ-58 новий (1,5 л/га), карате (0,1-0,125 л/га).

Проти горохової зернівки, вогнівок, плодожерки, трипсів посіви гороху в фазі цвітіння обприскують тими ж препаратами, що й проти попелиці.

Для знищення горохової зернівки одразу після збирання, до вильоту жуків із насіння, проводять його фумігацію.

Збирання врожаю. Боби на рослинах досягають не одночасно і після дозрівання розтріскуються. Тому збирати починають, коли на рослинах пожовтіють 70% бобів (у південних районах 50-60%). Вологість зерна повинна становити 35-40%. Основний спосіб збирання – роздільний. Косять горох впоперек або під кутом 45° до полеглисті. Підбір і обмолот валків проводять при вологості насіння 16-19% (при меншій вологості насіння сильно дробиться, а при більшій – пошкоджуються зародки). Зерно очищують, підсушують і зберігають при вологості 12-14%.

Соя культурна (*Glycine*)

Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. В ній, начебто, сконцентровано найцінніші властивості всього рослинного світу. За обсягами виробництва та використання їй належить перше місце у світі як серед високобілкових, так і серед олійних культур. Характеризується високою адаптацією до умов регіонів, універсальністю використання, збалансованістю білка, його функціональною активністю.

Спочатку сою використовували лише в центрі її походження – Південно-Східній Азії, зокрема в Китаї. Саме китайці ввели сою в культуру. Тут розробили способи переробки та використання її на харчові потреби.

Нині сою вирощують на всіх континентах. Вона відіграє важливу роль у формуванні зернового, харчового і кормового балансу. Соевий шрот став білковою основою кормових сумішей, за допомогою яких в Америці, Західній Європі, Південно-Східній Азії та інших регіонах успішно розвиваються найінтенсивніші галузі – тваринництво, птахівництво, свинарство, молочне скотарство. Розширення посівної площі сої – це шлях до підвищення родючості ґрунту, зміцнення економіки, нарощування продовольчих ресурсів.

Соева олія використовується для виробництва маргарину, продуктів дитячого харчування, приправ, у м'ясній і консервній, фармацевтичній, лакофарбовій та інших галузях промисловості. Нині її вже використовують у складі пального для автомобільних і тракторних дизельних двигунів.

За вмістом білка їй немає рівних серед зернових і зернобобових культур. Наприклад, з 1 га сої при врожайності зерна 28 ц/га одержують 1078 кг білка, пшениці при 36 ц/га – 455 кг, гороху при 30 ц/га – 663, кукурудзи при 55 ц/га – 540, ячменю при 35 ц/га – 420, вівса при 21 ц/га – 250 кг. Не так давно китайські ботаніки відкрили дикий вид сої, зерно якої містить майже на 10% більше білка, ніж культурні сорти. Ця знахідка дасть новий генетичний матеріал для поліпшення культивованих сортів.

Феномен сої полягає в тому, що в ній за один вегетаційний період синтезується два врожаї – білка і жиру, а також майже всі органічні

речовини, що є в рослинному світі. В її насінні міститься: 38-42% білка, 18-23% жиру, 25-30% вуглеводів, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Вміст білка в соєвому зерні та шроті в 3-5 разів, у концентраті – в 6-7, в ізолянті – в 9 разів більший, ніж у зерні злакових культур, а також у 2 рази більше, ніж у телятині, в 3 – ніж в яйцях, в 11 разів – ніж у молоці. Білок сої до того ж біологічно повноцінний: у його складі є всі незамінні амінокислоти, а також вітаміни – каротин, В₁, В₂, С, D₁, D₃, Е, К, ферменти (уреаза, ліпоксидаза, ліпаза, протеаза, каталаза). Особливістю хімічного складу сої є вміст у ній фосфатидів – лецитину і нефаліну, необхідних для живлення нервової тканини.

Нові розробки з використання сої та соєвих продуктів, безумовно, будуть впливати на продовольчі ресурси. Населення планети дедалі ширше використовуватиме її для харчування.

Сою висівають на всіх континентах. Загальна її площа становить 62,7 млн. га: в Північній Америці – 41,7, Південній Америці – 29,7, Азії – 26,9, Європі – 0,9%, Африці – 0,8%. Соя є важливою культурою в 50 країнах світу. Основні її посіви зосереджені в США, Бразилії, Аргентині, Китаї. Наприклад, у США, в дельтах річок Міссісіпі і Огайо – центрі американського соєвого пояса – ця культура становить 38-47% в структурі фермерських посівів. У цьому регіоні висівають лише три культури – кукурудзу, сою і люцерну.

За обсягами виробництва соя в 2,3 рази перевищує всі разом узяті однорічні зернові бобові культури. Країни Північної Америки виробляють 53,4% її світового обсягу, Південної Америки – 28,5, Азії – 16,6, Європи – 1,1, Африки – 0,4%. Основними виробниками сої є США, Бразилія, Китай та Аргентина. Високі врожаї сої одержують в Італії, Канаді, Кореї, Парагваї, Угорщині, Туреччині.

В Україні площі під посівами сої становлять близько 610 тис. га, а у Вінницькій області – 46,6 тис. га.

Біологічні особливості. Соя культурна – однорічна трав'яниста, самозапильна рослина з прямостоячим, опушеним, гіллястим, округлим **стеблом** 60-100 см заввишки і грубим стрижневим **коренем**, бічні відгалуження якого проникають у ґрунт на глибину до 2 м. **Листки** почергові, трійчасті, опушені, на час досягання повністю опадають.

В онтогенезі сої розрізняють такі **фенологічні фази**: проростання насіння, сходи, утворення першого трійчастого листка, гілкування, бутонізація, цвітіння, формування бобів, початок пожовтіння бобів,

достигання. Вегетаційний період триває 100-160 днів.

Соя – **теплолюбна** культура, її вирощують на великій території – від екватора і майже 54° північної широти. Мінімальна температура проростання насіння 7-8°C, достатня – 12-14°C, оптимальна – 15-20°C. Сходи витримують приморозки до мінус 2-3°C. Сою висівають при переході температури повітря вище 15°C. До тепла соя вимоглива впродовж вегетації, особливо під час цвітіння та достигання. При температурі 10-13°C достигання затримується. Оптимальна середньодобова температура росту в цей період становить 18-25°C. Тривалість вегетаційного періоду доходить до 170 днів. Для закінчення вегетації їй потрібно 1700-3000°C суми активних температур.

Соя відноситься до середньостійких до посухи рослин. Менше **вологи** соя використовує в період від сходів до початку цвітіння. При проростанні насіння сої поглинає 130-160% вологи від своєї маси. Після сходів у сої інтенсивно розвивається коренева система і дуже повільно надземна маса, тому випаровування води в цей час незначне. Найбільше вологи рослинам потрібно під час цвітіння та росту бобів. Нестача води призводить до опадання бутонів, квіток, плодів, зменшення маси насінин і врожаю. Транспіраційний коефіцієнт сої високий – 520-600. Протягом вегетації оптимальна вологість ґрунту становить 70-75% НВ, а відносна вологість повітря – 70-75%. При високій вологості знижується активність процесів азотфіксації.

Соя належить до культур короткого **світлового дня** і дуже чутлива до зміни тривалості освітлення. Вирощування її в північних районах призводить до збільшення тривалості фаз розвитку рослин і зниження продуктивності. На півдні, де світловий день коротший, соя розвивається швидше, що зумовлює скорочення вегетаційного періоду.

На зріджених посівах боби формуються на незначній висоті від землі, що приводить до втрат при збиранні. В міру загущених посівах, рослини менше гілкуються, боби розміщуються на стеблі вище, втрати при збиранні зменшуються до мінімуму.

В значній мірі освітленість зменшується на забур'янених посівах, що призводить до різкого зниження врожаю. Найбільш згубно впливають бур'яни на рослини сої в перші 40-50 днів їх росту, коли у вузлах стебла закладаються генеративні органи.

Найбільш придатні для сої **ґрунти** з нейтральною реакцією (рН 6,5-7,0), родючі, з високим вмістом органічних речовин. Непридатні для неї солонюваті важкі та дуже легкі, кислі і заболочені ґрунти. Враховуючи

вимоги сої до умов вирощування, ґрунтові та гідротермічні ресурси України, академік А. Бабич виділяє соєвий пояс. До нього входять ті області, де за рік випадає 500-650 мм опадів; за травень-вересень – 250-400 мм: у період цвітіння і формування бобів – 180-200 мм. Сума активних температур (понад 10°C) у цьому регіоні становить 2400-3000°C, що достатньо для ранньо- і середньостиглих сортів. Зона вирощування сої на незрошуваних землях включає Вінницьку, Черкаську, Чернігівську, Кіровоградську, Хмельницьку, Тернопільську, Закарпатську, Київську області та райони з кращою вологозабезпеченістю Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської, Одеської, Харківської областей.

У південних і східних областях соя може з успіхом вирощуватись на зрошуваних землях. Сорти ультраскоростиглі та скоростиглі можна вирощувати в сприятливих районах Полісся.

Технологія вирощування

В залежності від групи стиглості на Україні найбільш поширені наступні **сорти** сої культурної:

- **ранньостиглі** (вегетаційний період 90-105 днів) – Аметист, Апполон, Аркадія Одеська, Бояна, Блискавиця, Донецька, Київська 98, Краса Поділля, Корада, Лара, Мар'яна, Мрія, Медея, Протеїнка, Романтика, Степовичка, Святкова, Устя, Фаєтон, Чернятка;

- **середньоранні** (вегетаційний період 106-119 днів) – Артеміда, Берегиня, Валенсія, Валюта, Васильківська, Горизонт, Ельдорадо, Золотиста, Оріана, Оксана, Офелія, Прикарпатська 96, Подільська 416, Сонячна, Східна, Спринт, Стратегія, Фарватер, Чернівецька 9, Ятрань;

- **середньостиглі** (вегетаційний період 120-135 днів) – Анатоліївка, Агат, Донька, Мар'яна, Мельпомена, Одеська 150А, Подільська 1, Подолянка, Срібна, Успіх, Феміда, Ходжибей.

За інтенсивною технологією високі врожаї сої вирощують при розміщенні її на чистих від бур'янів полях після озимої пшениці, кукурудзи, картоплі, буряків. Спеціальні сівозміни можна насичувати соєю до 40% (при більшому насиченні врожайність її знижується). Не слід висівати сою після бобових, з якими вона має спільні хвороби і шкідники, та після кукурудзи, під яку вносили симазин або атразин та їх похідні.

Обробіток ґрунту. Основний *обробіток ґрунту* під сою такий самий, як і під кукурудзу, вирощувану за інтенсивною технологією у

відповідних умовах.

Весняний обробіток передбачає раннє боронування, вирівнювання поверхні ґрунту волокушами ВВ-2,5, вирівнювачами ВП-8, ВПН-5,6, боролами БП-8, застосування гербіцидів і передпосівну культивуацію. Від закриття вологи і вирівнювання ґрунту до сівби проводять дві культивації з боронуванням: першу – рано навесні на глибину 10-12 см, другу, передпосівну, – на глибину загортання насіння. На чистих від бур'янів полях у посушливих умовах ранню весняну культивуацію можна не проводити. На полях, де проводили обробіток без обороту пласта, обробляють культиваторами КПП-2,2 або КПЕ-3,8.

Удобрення. Для формування 1 ц зерна соя виносить з ґрунту 7,7-10 кг азоту, 1,4-2 кг фосфору, 3,2-4 кг калію. Азотфіксація у сої дещо гірша, ніж у інших бобових, бо в ґрунті не завжди є активні раси соєвих бактерій. Тому вона добре реагує на внесення органічних і сидеральних добрив та на їх післядію. Під зяблевий обробіток ґрунту вносять 20-22 т/га гною.

Під сою застосовують повне мінеральне добриво, а кислі ґрунти попередньо вапнують. На 1 частину азоту при удобренні повинно припадати 1,5-2 частини фосфору, 0,5-1 частина калію, орієнтовна доза азоту – 40-60 кг/га. Фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під культивуацію. Під час сівби в рядки вносять по 50 кг/га гранульованого суперфосфату.

Підготовка насіння до сівби. При вирощуванні сої для сівби використовують лише кондиційне насіння з чистотою не нижче 98% і лабораторною схожістю не нижче 90%. За місяць до сівби насіння протруюють проти бактеріальних і грибних хвороб максимум (1 л/т) або степом (0,5 кг/г).

Строки сівби. Норма висіву насіння. Висівають сою, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогріється до 12-14°C, широкорядним або стрічковим способом з міжряддями 45 або 60 см. Глибина загортання насіння – 4-5 см, на важких ґрунтах – 3-4, а при недостатньому зволоженні – 5-6 см. Норма висіву насіння за умов достатнього зволоження в Лісостепу і на Поліссі – 550-560, у степових районах – 450-500 тис. насінин на 1 га. В умовах зрошення висівають 600-700 тис. насінин на 1 га. Норми висіву середньостиглих і пізніх сортів зменшують відповідно на 10 і 15%. Висівають сою сівалками СЗШ-3,6, СПЧ-6М, а також зерновими СЗ-3,6, СЗП-3,6 або буряковими ССТ-12А, ССТ-8 зі спеціальними пристроями для висівання сої СТЯ-3.1.000 і ОСШ-03.000 та овочевими СКОН-4,2.

Догляд за посівами. Після сівби для поліпшення умов проростання насіння застосовують коткування кільчасто-шпоровими котками, а через 4-6 днів – боронування легкими боронами, для знищення ґрунтової кірки і проростків бур'янів. Перше післясходове боронування проводять, як тільки з'являться сходи, друге – у фазі перших трійчастих листків.

Протягом вегетації на посівах сої розпушують міжряддя і проводять боротьбу зі шкідниками. Проти листогризучих шкідників посіви обприскують розчином карбофосу, золону, цимбушу, суміцидину, ровікурту або іншого інсектициду. Після цвітіння посіви обпилюють розмеленою сіркою (30 кг/га).

Обов'язковим прийомом інтенсивної технології, який дає змогу потім не проводити міжрядні розпушування, є застосування гербіцидів. Ефективним на посівах сої є трефлан. Його вносять до сівби з негайною заробкою культиватором або дисковими знаряддями. По вегетуючих рослинах у фазі 1-2 трійчастих листків вносять базагран з розрахунку 0,7-1,4 кг/га д. р. До сівби або з'явлення сходів можна застосовувати також аценіт (4-8 л/га), дуал (3-5 л/га), по сходах – пульсар (0,75-1,0 кг/га), капітан (1 л/га), арамо (1,2-2,3 л/га) та ін.

Якщо гербіцидів немає, сою вирощують за звичайною технологією, боротьбу з бур'янами проводять за допомогою міжрядних розпушувань. Перше розпушування міжрядь проводять через 8-12 днів після з'явлення сходів на глибину 5-6 см з шириною захисної смуги 8-10 см. Міжряддя обробляють односторонніми лапами-бритвами, а рядки – полільними борінками КРН-38. Вдруге міжряддя розпушують стрілочастими лапами на глибину 8-10 см через 8-10 днів після першого розпушування із захисною смугою 10-12 см. Потім міжряддя обробляють у міру потреби знищення бур'янів. Останній міжрядний обробіток проводять, з одночасним підживленням азотно-фосфорними добривами $N_{15-25}P_{30-40}$, на початку цвітіння до змикання листків у міжряддях.

При вирощуванні в умовах зрошення, сою протягом вегетації поливають 4-5 разів (у фазі бутонізації, при формуванні бобів, під час наливання зерна). Поливна норма становить 500-700 м³/га.

Збирання врожаю. Сою на зерно збирають у фазі повної стиглості, коли повністю опали листки, побуріли усі боби і вологість насіння становить 16-18%. Щоб запобігти значним втратам урожаю, висота зрізу має становити не більше 5-7 см. Збирають сою зерновими комбайнами СК-5, СКД-5Р, СКД-5М, СК-4А з частотою обертання барабана 500-600 хв⁻¹.

У вологу дощову погоду, а також при вирощуванні пізніх сортів,

застосовують десикацію посівів розчином реглону (2-3 л/га), коли побуріють боби на гілках нижнього та середнього ярусів, а вологість зерна буде знаходитись в межах 40-45%. Після обмолочування насіння відразу очищають від домішок і підсушують до вологості 12-14% .

Квасоля звичайна (*Phaseolus*)

Квасоля – дуже цінна продовольча бобова культура. Насіння її містить 20-30% білка, близько 2,5% жиру і до 4,5% цукру. Білок квасолі за своїм складом близький до білків м'яса.

Квасоля є добрим попередником для ярих, а на півдні й для озимих культур. Її можна вирощувати в проміжних посівах, висіваючи після озимих, зібраних на зелений корм, а також в ущільнених посівах з кукурудзою, картоплею тощо, зокрема на присадибних ділянках.

Походить квасоля (крупнонасінні види) з Південної Америки, а дрібнонасінні (маш, адзукі) – з Південної Азії.

На Україну квасолі завезли на початку XVIII ст. як декоративну рослину, а пізніше її почали вирощувати як овочеву культуру.

Квасолі вирощують для одержання зеленого насіння під назвою “флажоль” і зелених плодів – “лопаток”. Для вирощування на “лопатку” придатні лише, так звані спаржеві, або цукрові сорти квасолі, в оплодні яких відсутній твердий пергаментний шар. Сорти з пергаментним шаром називають луцильними і вирощують лише на зелене або стигле насіння.

Світова площа квасолі становить понад 20 млн. га. Найбільші площі її в Індії, Бразилії, Мексиці, США, Угорщині, Болгарії, Румунії. В Україні квасолі вирощують у південних і лісостепових районах на площі біля 20 тис. га із середнім рівнем урожайності 10-13 ц/га. У Вінницькій області площі посіву квасолі досягають 1,8 тис. га.

Біологічні особливості. Квасоля – одна з найбільш **теплолюбних** культур серед зернобобових. Насіння її починає проростати при температурі 10°C, а сходи ростуть при 12-13°C. Сходи дуже чутливі навіть до короточасних весняних приморозків і пригнічуються від зниження температури в цей період до 0°C, а при мінус 0,5-1°C – гинуть. Найкраща температура для росту і розвитку квасолі 20-25°C, задовільна – 15°C. При низьких позитивних температурах і сирій дощовій погоді під час цвітіння, зав'язування бобів відбувається погано, велика їх кількість опадає. Зовсім припиняється ріст при температурі 40°C. Досить шкідливе для квасолі різке коливання температури

протягом доби.

Квасоля є **вологолюбною** рослиною. Вона потребує багато води під час проростання насіння (114% води від маси насінини). Її врожайність зменшується при нестачі вологи під час цвітіння і зав'язування бобів. Найкращі умови для росту та розвитку створюються при 70% НВ. Добрі врожаї одержують у районах, де річна кількість опадів не менша 450-500 мм. Квасоля більш посухостійка, ніж горох і сочевиця. Критичним періодом для неї під час посухи є фази цвітіння та наливання зерна.

Надмірну зволоженість **грунту**, особливо за прохолодної погоди, квасоля переносить погано – дуже уражується хворобами (антракноз, бактеріоз та ін.).

Квасоля **світлолюбна** культура, проте добре може розвиватися і при незначному затіненні. Найбільше вона потребує світла в першу половину вегетації. Вимоги її до освітлення зменшуються після початку цвітіння. Квасоллю можна вирощувати в ущільнених посівах з кукурудзою та іншими культурами.

Більшість форм звичайної квасолі – рослини **короткого дня**. За тривалістю вегетації сорти поділяють на ранньостиглі (75-85 днів), середньостиглі (85-100 днів) і пізньостиглі (100-120 днів).

В процесі росту і розвитку квасоля проходить 9 стадій за класифікацією ВВСН (табл. 61 та рис. 26).

61. Стадії розвитку квасолі

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе сім'я
01	Початок набрякання сім'я
03	Кінець набрякання сім'я
05	Вихід зародкового корінця з сім'я
07	Гіпокотиль з сім'ядолями пробив сім'яну шкірку
08	Гіпокотиль з сім'ядолями росте до поверхні ґрунту
09	Сходи: гіпокотиль та сім'ядолі пробили поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ПЕРШИЙ ПАГІН)	
10	Сім'ядолі повністю розпущені
12	2 нероздільних листки (1-ша пара листків) розпущені
13	3-й справжній лист (1-й трійчастий лист) розпущений
1...	Стадії продовжуються до...

19	9 або більше справжніх листів (2 нероздільних), 7 або більше трійчастих)
МАКРОСТАДІЯ 2: ФОРМУВАННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ	
21	Видно 1-й бічний пагін
22	Видно 2-й бічний пагін
23	Видно 3-й бічний пагін
2...	Стадії продовжуються до...
29	Видно 9 або більше бічних пагонів
МАКРОСТАДІЯ 3: - МАКРОСТАДІЯ 4: - МАКРОСТАДІЯ 5: ФОРМУВАННЯ ПОЧАТОК КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
51	Видно перші бруньки квітів
55	Перші бруньки квітів збільшенні
59	Видно перші пелюстки; квіти ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
60	Перші відкриті квіти в посіві
61	Початок цвітіння: 10% квітів відкриті ¹ Початок цвітіння ²
62	20% квітів відкриті ¹
63	30% квітів відкриті ¹
64	40% квітів відкриті ¹
65	Повне цвітіння: 50% квітів відкриті ¹ Головна фаза цвітіння ²
67	Цвітіння, що завершується ¹
69	Закінчення цвітіння; помітно перші боби (5мм довжини)
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	10% бобів достигли сортоподібної довжини ¹ Початок розвитку бобів ²
72	20% бобів достигли сортоподібної довжини ¹
73	30% бобів достигли сортоподібної довжини ¹
74	40% бобів достигли сортоподібної довжини ¹
75	50% бобів достигли сортоподібної довжини; початок наливання насіння ¹ . Головна фаза розвитку бобів ²
76	60% бобів достигли сортоподібної довжини ¹
77	70% бобів достигли сортоподібної довжини; боби гладко переломлюються
78	80% бобів достигли сортоподібної довжини ¹

79	Боби: утворення насіння зовні добре видно ¹
МАКРОСТАДІЯ 8: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
81	10% бобів дозріли (насіння тверді) ¹ Початок дозрівання насіння ²
82	20% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
83	30% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
84	40% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
85	50% бобів дозріли (насіння тверді) ¹ Головна фаза дозрівання насіння ²
86	60% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
87	70% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
88	80% бобів дозріли (насіння тверді) ¹
89	Повна стиглість: боби повністю дозріли (насіння тверде) ¹
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
97	Рослина відмерла
99	Продукти збирання (зерно)

¹У сортів, що мають обмежений період цвітіння

²У сортів, що мають необмежений період цвітіння

Квасоля досить вимоглива до **ґрунтів**. Краще росте на легких чорноземах і суглинистих родючих ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7,5). На важких глинистих ґрунтах з високим рівнем ґрунтових вод росте погано. Не придатні для неї кислі, заболочені та легкі піщані ґрунти. Нестача азоту спричинює пожовтіння сходів, а нестача фосфору затримує ріст рослин. Від нестачі калію виникає хлороз, жовтіють листя і стебла.

При вирощуванні квасолі на нових площах обов'язковим агро-заходом є інокуляція насіння нітрагіном.

Усіх видів квасолі понад 150, з яких найбільш поширені такі: звичайна, тепарі, або гостролиста, багатоквіткова, лімська, золотиста квасоля, або маш, кута́ста квасоля, або адзукі.

Звичайна квасоля займає близько 85% площі цієї культури, маш – 10%. У звичайної квасолі розрізняють кущові, напіввиткі та виткі форми. Найбільше значення у виробництві мають кущові та напіввиткі форми. В звичайної квасолі квітки різнокольорові – від білих до фіолетових. Боби довгасті, різні за формою (гладенькі, зморшкуваті, чоткоподібні) та кольором.

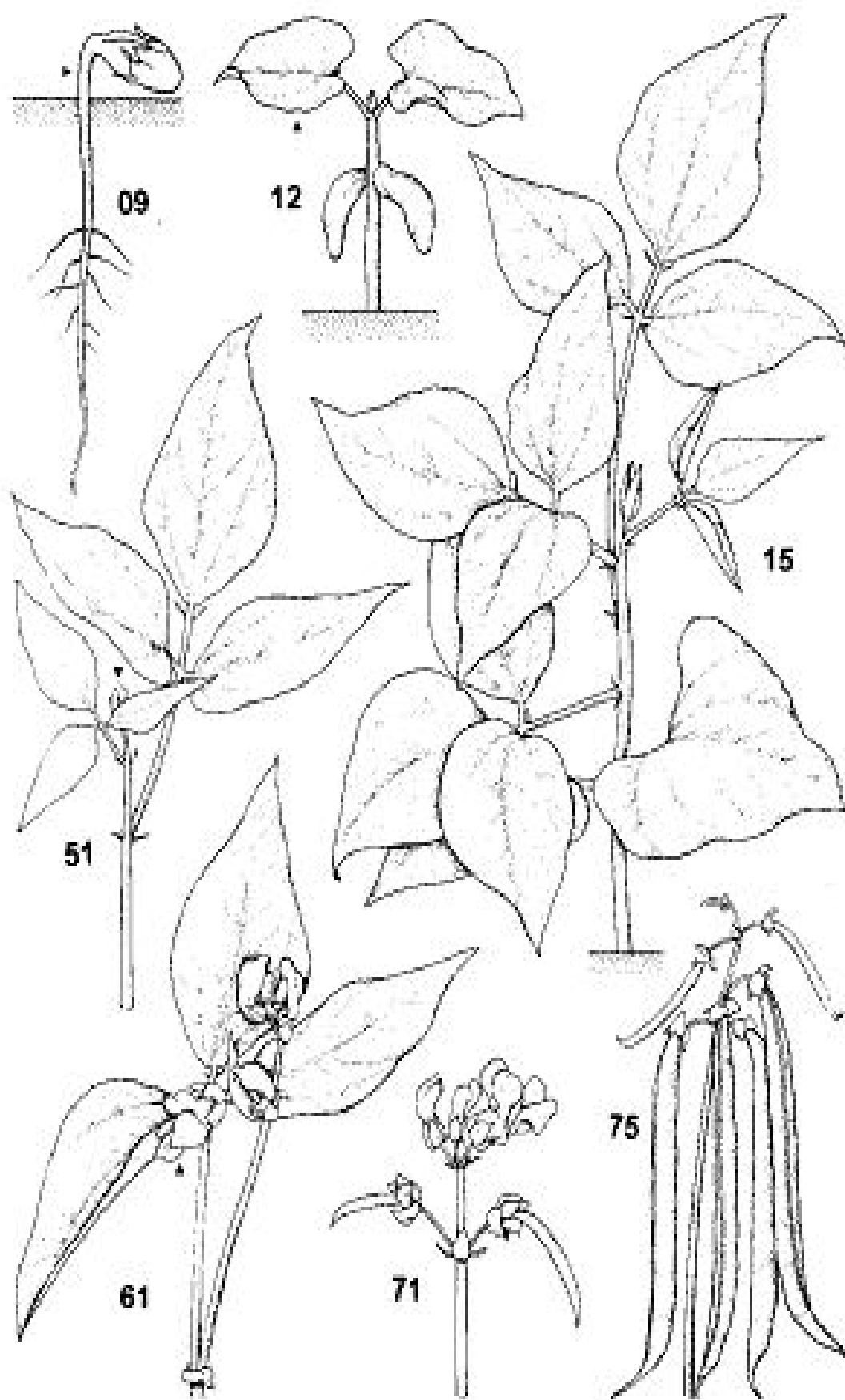


Рис. 26. Стадії розвитку квасолі.

Насіння за величиною поділяють на крупне (маса 1000 зерен понад 400 г), середнє (200-400 г) та дрібне (до 200 г). Колір насіння буває різноманітним – від білого до чорного. За формою воно округле, сплюснуте, циліндричне тощо.

Квасоля маш – вид азіатського походження. Вся рослина опушена. Квітки яскраво-жовті. Боби тонкі, циліндричні, чоткоподібні. Насіння дрібне – маса 1000 зерен 40-80 г.

Стебло в **багатоквітковій квасолі** переважно витке, сім'ядолі на відміну від інших видів на поверхню не виносяться. Квітки білі або яскраво-червоні, зібрані в китиці. Боби великі – 12-24 см завдовжки. Маса 1000 насінин від 600 до 1000 г. Вирощують на невеликих площах у Чернівецькій і Львівській областях, а також як декоративну рослину.

Лімска квасоля за формою стебла буває кущова та витка. Грона багатоквіткові – від 15 до 35 квіток. Квітки дрібні, різного кольору (від зеленого до фіолетового). Маса 1000 насінин від 250 до 1200 г.

Технологія вирощування

В Україні районовано 15 **сортів** звичайної квасолі, з яких найбільш поширені: Буковинка, Дніпрянка, Докучаєвська, Мавка, Надія. Із районованих овочевих сортів найбільш поширені – Артемід, Білозерна-361, Вид, Гайдарська, Даяна, Бурська, Бурека, Зіронька, Загадка, Ксеня, Кіман, Лаура, Лібра, Присадибна, Пітра, Пантера, Полька, Скуба, Сюїта, Українка.

Попередники. Найвищі врожаї квасолі збирають після удобреної озимої пшениці, кукурудзи та картоплі. В південно-західних районах України її можна вирощувати в післяукісних посівах після озимих на зелений корм.

Обробіток ґрунту. Зяблевий обробіток ґрунту під квасоллю нічим не відрізняється від обробітку під ярі зернові культури. Навесні, від початку польових робіт до сівби, площу потрібно утримувати в розпушеному стані та чистою від бур'янів, для чого проводять 2-3 культивації та боронування. Для боротьби з антракнозом і бактеріозом перед сівбою насіння протруюють 0,1%-им розчином марганцево-кислого калію, який також стимулює його проростання. Якщо немає марганцевокислого калію, насіння протруюють фундазолом з розрахунку 3-4 кг на 1 тону насіння не пізніше, ніж за два тижні до посіву. Інокуляцію проводять в день сівби.

Удобрення. Значно підвищується врожай квасолі від внесення добрив, особливо органічних. Проте доцільніше вносити гній під попередню культуру. Значне підвищення врожаю квасолі забезпечують мінеральні добрива, зокрема фосфорно-калійні, але найвищі врожаї збирають при внесенні повного мінерального добрива. Азотні добрива під квасоллю рекомендується вносити в невеликих дозах – 20-30 кг/га діючої речовини, а фосфорні та калійні залежно від типу ґрунту і попередника – 45-60 кг/га.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Сівбу розпочинають, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 10-12°C і мине загроза приморозків. В умовах Лісостепу України оптимальним строком сівби квасолі є 10-15 травня, а в Степу – з 25 квітня по 5 травня.

Висівають квасоллю широкорядним способом з міжряддями 45-60 см. Ширину міжрядь встановлюють залежно від форми куща та ґрунтово-кліматичних умов регіону. В південних лісостепових районах квасоллю рекомендується сіяти з шириною міжрядь 45 см. У більш посушливих районах України ширину міжрядь збільшують до 60 см.

Норми висіву встановлюють залежно від крупності насіння, способу сівби та району вирощування. При сівбі з міжряддям 45 см норма висіву для лісостепових районів становить 350-400 тис, для степових – близько 300 тис. насінин на 1 га. Проте, і в степових районах у роки достатнього зволоження та на зрошуваних землях вищі врожаї мають при нормі висіву 400 тис. зерен на га.

Глибина загортання насіння має бути 4-5 см. При недостатній вологості ґрунту глибину загортання насіння збільшують до 6-7 см.

Догляд за посівами. Обов'язковим агрозаходом є коткування посівів кільчасто-шпоровими або гладкими котками, що поліпшує умови проростання насіння. Для боротьби з бур'янами та знищення кірки до з'явлення сходів посіви боронують легкими боронами впоперек напрямку рядків. Подальший догляд за квасолею полягає в розпушуванні міжрядь і знищенні бур'янів. Перший обробіток міжрядь проводять через 5-7 днів після з'явлення сходів, а наступні – залежно від стану забур'янення та ущільнення ґрунту.

Збирання врожаю починають, коли у 70-80% бобів побуріє та затвердне насіння, а листя почне засихати та опадати. Щоб запобігти втратам, збирати врожай краще вранці. Скошують квасоллю переобладнаними на низький зріз жатками, а також збирають квасолезбиральною машиною ФА-4А. При обмолоті зерно квасолі легко розбивається, тому потрібно зменшити швидкість барабана до 400-500 об./хв., опустити

підбарабання та замінити сталі била на дерев'яні або гумові.

Сочевиця харчова (*Ervum lens*)

Сочевиця – цінна продовольча і кормова культура. Вирощують її переважно на зерно, яке за кількістю білка і поживністю займає серед зернобобових культур одне з перших місць. Насіння сочевиці містить білка близько 32% , жиру – 2% та безазотистих сполук – 54% .

Насіння сочевиці використовують у харчовій промисловості для виготовлення консервів, різного печива та інших виробів. Солома за своєю поживністю не поступається перед сіном бобово-злакових сумішок.

Сочевиця є цінним попередником для багатьох зернових культур, зокрема для озимої пшениці, кукурудзи та проса.

Батьківщиною крупнонасінної сочевиці вважають райони Середземного моря, а дрібнонасінної – країни Близького Сходу. Найбільші її площі зосереджені в Індії, Туреччині, Сирії. Світова площа посіву даної культури становить 3,4 млн. га. Середня її врожайність знаходиться в межах 8,8 ц/га, а виробництво зерна сочевиці становить близько 3 млн. т.

В Україні на невеликих площах її сіють у Вінницькій, Полтавській, Київській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Одеській, Хмельницькій областях. Середня врожайність зерна – 12-13 ц/га, окремі господарства збирають по 20-25 ц/га і більше. Основна причина недостатнього поширення сочевиці – її низькорослість, що створює проблеми при збиранні врожаю.

Біологічні особливості. Сочевиця належить до групи викових, роду *Lens*, який об'єднує п'ять видів. З них лише один – сочевиця харчова (*Ervum lens* L.) – поширений у виробництві. **Стебло** сочевиці тонке, прямостояче, схильне до вилягання. Висота його становить 40-70 см. **Листя** парнопірчасте, з 4-7 парами листочків, які закінчуються зачатками вусиків. **Квітки** дрібні, білі, блакитні або світло-сині. **Плоди** (боби) плоскі, ромбічні, невеликі (містять 1-3 насінини).

За розміром **зерна** сочевицю поділяють на два підвиди: крупнонасінну, або тарілкову (маса 1000 зерен 60-65 г), та дрібнонасінну (25-30 г).

Сочевиці необхідно більше **тепла**, ніж гороху. Мінімальна температура проростання насіння сочевиці 4-5°C, а сходи легко переносять приморозки до мінус 2-3°C. При -6°C підмерзають верхівки листочків, але посіви не гинуть. Під час вегетації оптимальна температура для росту і розвитку становить 17-20°C. Налив зерна найкраще проходить

при 20-25°C.

Сочевиця невимоглива до **вологи** ґрунту, тому досить поширена в посушливих умовах Степу. Вона краще переносить посуху, ніж горох, квасоля, кормові боби, але під час суховіїв, особливо в період цвітіння та утворення бобів, спостерігається обпадання зав'язі та запал верхівок листків і бобів.

В період наливу і досягання, перезволоження шкідливе, бо рослини формують велику зелену масу, а бобів і зерна утворюється менше. Сочевиця потребує достатніх запасів вологи на початку росту – при бубнявінні та проростанні насіння.

Сочевиця рослина довгого **світлового дня**. Зацвітає через 40-45 днів після сходів. Цвітіння тривале, особливо в дощову та похмуру погоду. Цим пояснюється нерівномірність досягання бобів. Тривалість вегетаційного періоду 85-110 днів.

Найбільш придатні для сочевиці супіщані та легкі суглинкові карбонатні **ґрунти**. Краще за горох росте на легких ґрунтах. Не підходять для неї кислі, важкі, заболочені ґрунти. На надмірно удобрених ґрунтах розвиває потужну вегетативну масу, зменшуючи при цьому зернову продуктивність.

Технологія вирощування

В Україні районовані наступні **сорти** сочевиці: Дніпровська 3, Нова луна, Красноградська 250, Красноградська 49, Красноградська 100, Луганчанка, Петровська 4/105 та Світанок, період вегетації яких триває 85-110 днів.

Посіви сочевиці звичайної засмічує вика плосконасінна (різновид вики звичайної), яка за формою зерна подібна до сочевиці. Домішки плосконасінної вики значно погіршують продовольчу та товарну якість сочевиці, тому її обов'язково викоплюють у посівах сочевиці в період цвітіння (у сочевиці квітки білі з блакитними прожилками, а у вики – фіалково-червоні).

Попередники. Сочевиця спочатку росте дуже повільно і тому пригнічується бур'янами. Найкращими попередниками для неї є озима пшениця, кукурудза, картопля, цукрові буряки. Сочевиця є добрим попередником для всіх ярих зернових, зокрема для кукурудзи.

Обробіток ґрунту під сочевицю такий самий, як і під горох. Особливу увагу слід приділяти знищенню бур'янів.

Удобрення. Сочевиця вимоглива до поживних речовин, зокрема

фосфору і калію. Вносити фосфорно-калійні добрива рекомендується під зяблеву оранку з розрахунку 40-60 кг/га діючої речовини.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Перед сівбою насіння обробляють нітрагіном. Техніка інокуляції насіння сочевиці така сама, як інших зернобобових. Оскільки сходи витримують весняні приморозки, висівати сочевицю треба одночасно з ранніми ярими культурами. Навіть невелике запізнення з сівбою призводить до різкого зниження врожаю. Дослідами Харківської дослідної станції встановлено, що найефективнішим є вузькорядний спосіб сівби, при якому сочевиця, як горох, менше вилягає і дає вищий рівень урожайності. Норми висіву насіння встановлюють залежно від умов вирощування. В південних лісостепових та степових районах рекомендується висівати 2-2,5 млн. зерен на 1 га, що для крупнонасінних сортів становить 120-130 кг/га. Насіння загортають на глибину 4-5 см, а при недостатній вологості ґрунту глибину збільшують до 8 см. Посіви обов'язково коткують.

Догляд за посівами сочевиці полягає в боротьбі з ґрунтовою кіркою та виполюванні плосконасінної вики. Для боротьби з бур'янами та для знищення кірки, сходи боронують упоперек напрямку рядків.

Збирання врожаю. Щоб зберегти характерний для насіння колір і запобігти втратам урожаю, роздільне збирання треба починати, коли 65-70% бобів досягне повної стиглості. Для збирання застосовують сінокосарки, обладнані валкоутворювачами. Оскільки насіння сочевиці від дощу та сонця втрачає властивий йому колір, скошену масу обмолочують у міру її підсихання.

Чина посівна (*Lathyrus*)

Чину посівну використовують у нашій країні переважно як кормову культуру: висівають на зерно, зелений корм і сіно. Насіння чини містить 29-34% білка. За смаковими якостями вона поступається перед горохом, сочевицею та квасолею. Оскільки тривале згодовування чини може спричинити захворювання нервової системи сільськогосподарських тварин – латиризм, то рекомендується згодовувати її одночасно з іншими концентрованими кормами, зокрема кукурудзою, і в обмеженій кількості.

Цінним кормом є солома чини: 100 кг якої відповідає 39 кормовим одиницям з високим вмістом перетравного протеїну.

Чина – стародавня культура: в Єгипті, Індії, в Римській імперії її вирощували ще до нашої ери. В нашій країні на невеликих площах вирощують чину в лісостепових та степових районах України.

Вона легко переносить значне зниження температури навесні і дає досить сталі врожаї в посушливі роки. В степових районах за врожайністю вона не поступається перед горохом. На Синельниківській дослідній станції в середньому за 22 роки врожайність гороху становила 20, а чини – 19,3 ц/га. У сприятливі за погодними умовами роки врожайність чини на окремих сортодільницях досягає 30-40 ц/га і більше. Наприклад, на Новосанжарській сортодільниці (Полтавська область) врожай її становив 40,4 ц/га, а на Валківській (Харківська область) – 47 ц/га.

Біологічні особливості. Чина посівна належить до роду (*Lathyrus* L.), що об'єднує близько 150 видів одно- і багаторічних рослин. У нашій країні вирощують лише один вид чину посівну (*Lathyrus sativus* L.). Це гілляста однорічна рослина, 60-120 см заввишки. Листя парнопірчасте, квітки білі, зрідка сині, поодинокі. Боби двокрилі, з 2-4 клиноподібно-зубовидними насінинами. Колір насіння такий самий, як колір квіток.

За розміром насіння сорти чини поділяють на дрібнонасінні (маса 1000 насінин 50-150 г), середньонасінні (150-250 г) та крупнонасінні (понад 250 г).

Чина – **холодостійка** культура. При температурі 1°C її насіння починає бубнявіти, а при 2-4°C – дружно проростати. Чина відноситься до культур, найстійкіших до приморозків. Сходи переносять мінус 5-8°C, а короточасні приморозки – до мінус 10°C. Завдяки регенеративній здатності пошкоджені морозом сходи відростають і можуть дати добрий урожай.

Оптимальна середньодобова температура для цвітіння і досягання 20-22°C. Сума позитивних температур за період від сівби до досягання коливається від 1500 до 1800°C.

Для проростання насіння чини вбирає 101-102% **води** від своєї маси. Транспіраційний коефіцієнт – 400. Вона легко переносить посуху в молодому віці. Може тривалий час витримувати посуху, а якщо після неї пройнуть дощі – давати високі врожаї.

В період цвітіння і бутонізації вимоглива до вологості ґрунту.

Чина – рослина довгого **світлового** дня. Вимоглива до світла. В холодні, вологі роки уражається іржею, аскохітозом, формується щупле зерно.

До **грунтів** чина не вимоглива. Придатні різні типи ґрунтів, крім перезволожених і засолених. Краще всього росте на чорноземах. Потребує нейтральної чи слаболужної реакції ґрунту (рН 7-8).

Вегетаційний період сортів чини, районованих в Україні, триває 90-115 днів.

Технологія вирощування

В нашій країні поширені такі **сорти** чини: Красноградська 4, Красноградська 5, Красноградська 6, Красноградська 7, Красноградська 8.

Попередники. Посіви чини розміщують після озимих та просапних культур. Вона є добрим попередником для зернових і технічних культур.

Обробіток ґрунту. Система основного та передпосівного обробітків ґрунту така сама, як і під інші ранні ярі культури.

Удобрення культури. Чина найбільше виносить з ґрунту фосфору і калію. Фосфорно-калійні добрива треба вносити під зяблеву оранку з розрахунку 50-60 кг/га діючої речовини.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Оскільки сходи чини витримують значне зниження температури, висівають її одночасно з ранніми зерновими культурами. Запізнення з сівбою призводить до різкого зниження врожаю.

Сіють чину зерновими сівалками, встановленими на верхній висів, щоб запобігти пошкодженню насіння. Найвищі врожаї чини збирають при сівбі її звичайним рядковим способом. Норма висіву – 0,8-1 млн. схожих зерен на 1 га, що для сортів із середньою крупністю насіння становить 160-220 кг/га. Насіння загортають на глибину 7-8 см.

Догляд за посівами. Посіви чини коткують, що сприяє дружному з'явленню сходів, особливо при недостатній вологості ґрунту. Для боротьби з бур'янами та для знищення кірки сходи чини боронують упоперек напрямку рядків середніми боронами.

Врожай збирають у період пожовтіння більшості бобів. Кращий спосіб збирання – роздільний.

Нут культурний (*Cicer*)

Нут належить до найбільш стародавніх культур світу. Здавна його вирощують у республіках Середньої Азії. Насіння нуту містить до 30%

білка і 7% жиру, має добрі смакові якості, тому його широко використовують як продукт харчування. Сорти з темним забарвленням насіння використовують для годівлі худоби. Стебла і листя нуту містять багато щавлевої, яблучної та лимонної кислот, тому зелена маса цієї культури на корм худобі непридатна (солому охоче поїдають лише вівці).

Найбільші площі нуту зосереджені в Індії та Пакистані. Висівають його також в Афганістані, Італії, Іспанії, Туреччині, Бразилії тощо. Посівні площі в світі становлять 10,2 млн. га, середній рівень урожайності 7,7 ц/га, виробництво зерна становить 7,9 млн. т.

Оскільки нут краще, ніж інші бобові,

переносить посуху і росте на засолених ґрунтах, культура його заслуговує на значне поширення в південних районах України. При відповідному догляді збирають 30-35 ц/га зерна.

Біологічні особливості. Нут однорічна рослина з густо опушеними листками, стеблами і плодами. Стебло його гіллясте, невилагаюче, від 30 до 80 см заввишки. Стебла більшості сортів розгалужуються низько, майже біля самої землі. Плід – біб з однією-двома насінинами. При досяганні плоди не розтріскуються, але при перестиганні обпадають. Насіння різного кольору. Маса 1000 насінин від 60 до 600 г.

Нут – **теплолюбна** і водночас холодостійка культура. Мінімальна температура проростання насіння – 2-4°C, дружні сходи з'являються при 4-8°C. Нут добре переносить весняні та осінні приморозки до мінус 8-10°C. Зимуючі форми (Середня Азія, Закавказзя, Болгарія) можуть витримувати у фазі сходів до мінус 20°C. Пізніше нут потребує більше тепла, особливо під час цвітіння-наливу: оптимальна температура 25°C. Жаростійкий. Навіть при 40°C-ній жарі впродовж 7-9 днів листки нуту не поникають і не втрачають тургору.

Нут – дуже посухостійка культура, має розвинену стрижневу кореневу систему, яка транспортує **воду** з великої глибини та економно її витрачає. Транспіраційний коефіцієнт становить 350. У посушливих умовах за врожайністю переважає всі інші зернобобові культури.

Багато вологи нут потребує під час проростання. Насіння вбирає 120-140% води відносно своєї маси. Надмірні опади в будь-яку фазу росту можуть сприяти захворюванню на аскохітоз. Тривала волога погода під час цвітіння зменшує зав'язування насіння, утворюються бокові пагони.

Нут – культура довгого **світлового** дня. Довгий день прискорює проходження всіх фаз росту, а короткий подовжує вегетаційний період. Вимогливий до освітлення. Вегетаційний період триває 80-110 днів.

Культура маловимоглива до **ґрунту**. Нут добре росте на супіщаних,

піщаних, легких, суглинкових та засолених ґрунтах. Найкращі для нього – чорноземні та каштанові ґрунти. Позитивною особливістю нуту, як і чини, є те, що він не пошкоджується брухусом.

Технологія вирощування

В Україні районовані такі **сорти** нуту: Антей, Буджак, Добробут, Колорит, Олександрит, Орнамент, Пам'ять, Пегас, Розанна, Смачний, Слобожанський, Стоїк, Тріумф. Всі вони належать до групи середньостиглих. Період вегетації триває 90-110 днів. Маса 1000 насінин 200-300 г. Характеризуються високою посухостійкістю та врожайністю зерна.

Попередники. В південних районах нут здебільшого висівають після озимих культур. Добрими попередниками для нього є кукурудза та картопля. За даними Херсонської, Одеської та Кримської дослідних станцій, нут – цінний попередник для озимої пшениці, кукурудзи.

Обробіток ґрунту. Після стерньових попередників поле лушать на глибину 6-8 см. Через 10-14 днів проводять друге лушення на глибину 10-12 см. Оранку проводять в кінці вересня на глибину 20-22 см на чистих полях і 25-27 см на забур'яненних.

Удобрення. Нут добре реагує на післядію добрив внесених під попередник. Тому, при розміщенні його після просапних, мінеральні добрива можна не вносити. Якщо нут вирощують після зернових – під зяблеву оранку рекомендується вносити $P_{60}K_{60}$.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норми висіву насіння. Ефективним агрозаходом є обробка насіння нітрагіном безпосередньо перед сівбою. Сіяти нут починають у перші дні сівби ранніх зернових культур. Зі способів сівби кращим є суцільний рядковий, а в посушливі роки – широкорядний з міжряддями 45-60 см. Норма висіву насіння нуту при широкорядному способі становить 500-700 тис. при суцільно-рядковому – 800-1200 тис. зерен на гектар. Насіння загортають на глибину 6-7 см. При недостатній вологості ґрунту її збільшують до 10 см. Оскільки нут, як і горох, при проростанні не виносить сім'ядоль на поверхню ґрунту, то глибоке загортання його при сівбі не позначається негативно на врожаєх.

Догляд за посівами. Після сівби поле коткують важкими рубчастими котками з наступним боронуванням легкими боронами. Кірку знищують звичайними боронами, а під час з'явлення сходів – ротаційними мотиками. На широкорядних посівах додатково приводять 2-3 культивації в міжряддях.

Збирання врожаю. Достигає нут досить дружно. Збирання врожаю починають у період пожовтіння більшості бобів. Сорти нуту, в яких плоди розміщені високо, можна збирати прямим комбайнуванням. Обмолот провадять зерновими комбайнами, зменшивши кількість обертів барабана до 400-500 на хвилину та опустивши підбарабання.

Боби кормові (*Faba*)

Боби належать до найбільш стародавніх культур, які вирощували в Єгипті, Греції, Римській імперії. Здавна культивують боби і в нашій країні: ще за часів князя Володимира в Київській Русі їх вирощували як овочеву культуру.

Кормові боби характеризуються високими кормовими якостями: 100 кг насіння відповідає 129 кормовим одиницям, а на кожную кормову одиницю припадає 220 г перетравного протеїну. Така сама кількість зеленої маси відповідно містить 16 кормових одиниць і 2,1 кг перетравного протеїну. Боби вирощують і як продовольчу культуру, але в нашій країні – здебільшого на корм худобі та переважно для виготовлення комбікорму.

Найбільші площі бобів зосереджені в Іспанії, Італії, Єгипті, Марокко, Бразилії. Світова площа їх приблизно становить 8 млн. га, валовий збір зерна 3,5 млн. т при врожайності 15,0 ц/га.

Кормові боби за врожайністю зерна і зеленої маси в західних районах України в дощові роки перевищують інші зернобобові культури. В нашій країні боби займають близько 10 тис. га. Проте в умовах достатнього зволоження ця невилягаюча зернобобова культура може переважати за продуктивністю горох, що зумовлює розширення їх площ. Середня врожайність зерна становить 20 ц/га. При інтенсивній технології вирощування збирають по 40-50 ц/га. Особливо перспективні кормові боби на важких глинистих ґрунтах західних областей України. В районах достатнього зволоження високі врожаї зеленої маси з підвищеним вмістом перетравного протеїну збирають з сумісних посівів кормових бобів і кукурудзи, яку використовують на зелений корм і для виготовлення силосу. У Вінницькій області площі посіву кормових бобів досягають 0,4 тис. га.

Ботанічна і біологічна характеристика. Боби кормові – однорічна рослина 70-180 см заввишки. Коренева система розвинена значно краще, ніж в інших зернобобових. Стебло дерев'янисте, стійке проти вилягання, з парнопірчастим листям. Квітки великі, зібрані в суцвіття,

які розміщуються в пазухах листків.

На рослині розвивається 10-20 плодів, а іноді й більше. Плоди містять по 3-5 насінин. Маса 1000 насінин від 200 до 2500 г. Біологічною особливістю насіння є здатність проростати відразу після досягання, в зв'язку з чим у дощову погоду воно інколи проростає на пні.

Кормові боби відносяться до **холодостійких** культур. Насіння проростає при температурі 3-4°C. Проростання відбувається повільніше, порівняно з насінням гороху, квасолі та сочевиці, що пояснюється наявністю на ньому товстої насінної оболонки, яка погано пропускає воду і повітря. Сходи витримують приморозки до мінус 3-5°C і гинуть при температурі мінус 6-7°C. Під час вегетації боби нормально розвиваються при 15-18°C, оптимальна температура для росту і розвитку – 20°C. В період цвітіння та зав'язування плодів кормові боби найкраще розвиваються при 17-25°C. При температурі вище 30°C рослини пригнічуються.

Кормові боби – дуже **вологолюбна** культура, особливо в перший період розвитку (поява сходів–цвітіння), тому культура їх найбільш перспективна для районів достатнього зволоження. Для проростання насіння потребує 110-120% води від своєї маси. Транспіраційний коефіцієнт – 800. Коли в ґрунті мало води, боби погано ростуть, скидають листя, урожайність різко знижується. Разом з тим, рослини майже не витримують перезволоження, застою води, тому ділянки з близьким заляганням ґрунтових вод непридатні для їх вирощування.

Кормові боби належать до рослин довгого дня. На півночі вони визрівають швидше, ніж на півдні. Вегетаційний період триває від 95 до 130 днів. Стадії розвитку бобів кормових приведено в таблиці 62 та на рис. 27.

62. Стадії розвитку бобів кормових за класифікацією ВВСН

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе насіння
01	Початок набрякання насіння
03	Кінець набрякання насіння: зародок чітко видно під насінневою оболонкою
05	Вихід зародкового корінця з насінини
07	Пагін пробив насіннєву оболонку
08	Пагін росте до поверхні ґрунту

09	Сходи: пагін пробиває поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)¹	
10	Видно 2 лускоподібних нижніх листка
11	1-й справжній лист розпущений
12	2-й справжній лист розпущений
13	3-й справжній лист розпущений
1...	Стадії продовжуються до...
19	9 і більше справжніх листків розпущені
МАКРОСТАДІЯ 2: РОЗВИТОК БІЧНИХ ПАГОНІВ	
20	Немає бічних пагонів
21	Початок розвитку бічних пагонів: видно перший пагін
22	Видно 2-ий бічний пагін
23	Видно 3-ий бічний пагін
2...	Стадії продовжуються до...
29	Видно 9 і більше бічних пагонів
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ В ДОВЖИНУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок росту в довжину
31	Видно 1-оє розтягнуте міжвузля ²
32	Видно 2-оє розтягнуте міжвузля ²
33	Видно 3-оє розтягнуте міжвузля ²
3...	Стадії продовжується до...
39	Видно 9 і більше розтягнутих міжвузлів ²
МАКРОСТАДІЯ 4:- МАКРОСТАДІЯ 5: ФОРМУВАННЯ ПОЧАТОК КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
50	Сформовані перші бруньки квітів, покриті листками
51	Помітні перші бруньки квітів
52	Помітні перші квіти (закриті)
53	Помітні перші пелюстки; квіти ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
60	Перші відкриті квіти
61	Початок цвітіння: одна китиця на рослині цвіте
63	Близько 3 китиць на рослині цвітуть
65	Повне цвітіння: близько 5 китиць на рослині цвітуть
67	Цвітіння, що завершується
69	Кінець цвітіння

МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
70	Перші боби достигли видо- або сортотипового розміру
71	Близько 10% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
72	Близько 20% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
73	Близько 30% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
74	Близько 40% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
75	Близько 50% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
76	Близько 60% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
77	Близько 70% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
78	Близько 80% бобів достигли видо- або сортотипового розміру
79	Майже всі боби достигли видо- або сортотипового розміру (зелена стиглість)
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ ТА НАСІННЯ	
80	Початок дозрівання: насіння зелене
81	10% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
82	20% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
83	30% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
84	40% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
85	Продовжується зафарбовування бобів: близько 50% бобів зрілі та тверді, насіння сухе та тверде
86	60% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
87	70% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
88	80% бобів зрілі та темні, насіння сухе та тверде
89	Повна стиглість: всі боби темнозабарвлені, насіння сухе та тверде
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
93	Пагони темніють
95	50% пагонів темно або чорно забарвлені
97	Рослина відмерла
99	Продукти збирання (зерно)

¹ При явному помітному рості в довжину (розтягнуті міжвузля) потрібно переходити на коди макростадії 3

² Рахують з вузла з сім'ядолями

Кормові боби вимогливі до родючості ґрунту. Кращими для них є глибокі зв'язні ґрунти з великою кількістю органічної речовини, здатних добре затримувати воду. Добре ростуть на осушених і мулистих ґрунтах. Боби здатні засвоювати важкорозчинні фосфати. Характеризуються вони і підвищеними вимогами до легкорозчинних

сполук поживних речовин у ґрунті.

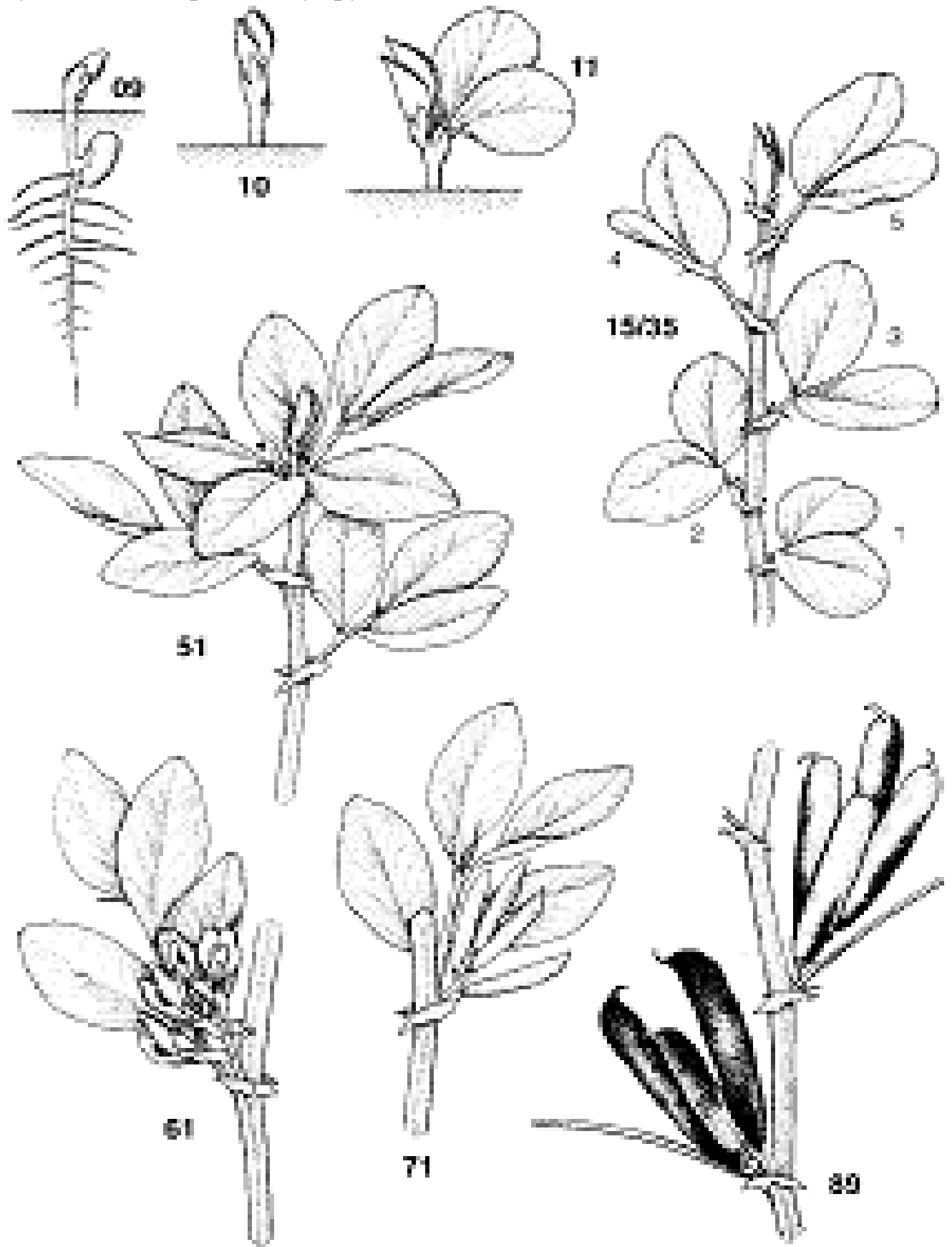


Рис. 27. Стадії розвитку бобів кормових

Технологія вирощування

В Україні районовані такі **сорта** кормових бобів: Білун, Візир, Оріон, Прикарпатський 4. Всі ці сорти дрібнонасінні і належать до групи середньостиглих. Період вегетації залежно від умов вирощування триває від 112 до 132 днів.

Попередники. Кращими *попередниками* для кормових бобів є картопля, буряки, кукурудза та інші просапні культури, які залишають поле чистим від бур'янів. Водночас дана культура є добрим попередником для ярих зернових культур.

Обробіток ґрунту. Зяблевий обробіток ґрунту під кормові боби нічим не відрізняється від обробітку під горох та інші бобові. Передпосівну культивуацію проводять в один-два сліди на глибину загортання насіння (6-8 см) з одночасним боронуванням.

Удобрення. Значно підвищується врожай кормових бобів після внесення органічних та мінеральних добрив. Гній рекомендується вносити під зяблеву оранку (20-30 т/га), а фосфорно-калійні добрива – під зяблеву оранку або навесні під культивуацію з розрахунку 45-60 кг/га діючої речовини. Позитивно впливають на врожай бобів і азотні добрива, внесені під культивуацію (15-20 кг/га діючої речовини).

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіяти кормові боби потрібно одночасно з ранніми зерновими культурами. Запізнення з сівбою призводить до різкого зниження врожаю.

Ранні посіви значно менше пошкоджуються попелицею та швидше досягають. Для боротьби з бактеріальними та грибними хворобами, насіння за 15-20 днів до сівби протруюють фундазолом з розрахунку 2-3 кг препарату на 1 т насіннєвого матеріалу.

Кормові боби сіють широкорядним та суцільним рядковим способами. При широкорядному способі сівби ширина міжрядь становить 45-60, а відстань між рослинами в рядку – 10-12 см. Насіння загортають на глибину 5-8 см. Норма висіву для дрібнонасінних сортів при широкорядному способі сівби становить 150, а при суцільному – 250 кг/га. В дослідях Науково-дослідного інституту землеробства і тваринництва в середньому за 5 років врожайність кормових бобів при суцільному рядковому способі сівби з нормою висіву 200 кг/га становила 26,2 ц/га, при широкорядному з нормою висіву 150 кг/га – 25,2 ц/га.

При вирощуванні бобів з кукурудзою, їх висівають в окремі рядки – два рядки бобів та чотири кукурудзи.

Догляд за посівами полягає в розпушуванні ґрунту та знищенні бур'янів. Обов'язковим є дворазове боронування посівів: перше – до з'явлення сходів і друге – по сходах у фазі 3-4 листочків.

На широкорядних посівах проводять міжрядний обробіток культиваторами до повного змикання рядків. Для боротьби з брухусом і попелицею посіви двічі обприскують тими ж препаратами, що і горох (перший раз – у період цвітіння і вдруге – через тиждень).

Збирають кормові боби на зерно роздільним способом у період досягання 60-70% плодів або прямим комбайнуванням.

Люпин (*Lupinus*)

Люпин – цінна кормова культура. Його насіння містить 38-52% білка, 25-40% вуглеводів, 5-20% жирів. На кормові цілі люпин почали використовувати в 30-ті роки ХХ ст. – після створення безалкалоїдних сортів. До них належать сорти, насіння яких містить не більше 0,0025% алкалоїдів. Білкові концентрати використовують для виготовлення штучної шерсті. Розробляють технології використання люпину як продукту харчування. Так, деякі види люпину (наприклад, мінливий) містять до 20% жирів, які можна використовувати як для технічних цілей, так і в харчовій промисловості. Є пробні технології випікання з нього кондитерських виробів, виробництва цукерок тощо.

Люпин, як одна з найбільш азотфіксуючих культур, є цінною сидеральною культурою. На 1 га посіву люпину фіксується з повітря до 200 кг азоту, що прирівнюється до дії 36-40 т/га гною. У люпину добре розвинена коренева система, яка засвоює фосфор з важкорозчинних сполук. Тому він добре росте на бідних піщаних ґрунтах і його використовують для їх поліпшення.

В Україні люпин вирощують в основному на бідних ґрунтах Полісся (жовтий і вузьколистий люпин). Білий люпин вирощують у Лісостепу і на Поліссі. Загальна посівна площа люпину в Україні становить близько 66 тис. га, а середня врожайність насіння – 10-14 ц/га. У передових господарствах отримують по 20-25 ц/га зерна; а мутантних сортів білого люпину – 40-45 ц/га. У Вінницькій області площі посіву люпину кормового (солодкого) на зерно досягають 8,5 га.

Біологічні особливості. Рід люпину об'єднує понад 250 видів.

В Україні вирощують люпин вузьколистий, жовтий, білий та багато-річний.

Люпин вузьколистий, або синій (*Lupinus angustifolius* L.) – однорічна трав'яниста рослина 1,0-1,5 м заввишки з дуже вузькими листочками на пальчастих листках. Маса 1000 насінин – 140-150 г. Найбільш холодостійкий і скоростиглий вид. В Україні поширені такі сорти: Місцевий білий, Сидерат 892, Снайгяй, Зірковий.

Люпин жовтий (*Lupinus luteus* L.) – однорічна рослина 70-100 см заввишки, має жовті запашні квітки. Маса 1000 насінин – 120-140 г. Вегетаційний період триває 110-125 днів (таб. 60). Найменш вимогливий до ґрунтів. В Україні поширені такі сорти: Чернігівець, Промінь, Обрій, Лідер, Круглик, Бурштин, Волинський 1.

63. Стадії розвитку люпину жовтого за класифікацією ВВСН

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе сім'я
01	Початок набрякання сім'я
03	Кінець набрякання сім'я
05	Вихід зародкового корінця з сім'я
07	Пагін пробив сім'яну шкірку
08	Пагін росте до поверхні ґрунту
09	Сходи: гіпокотиль і сім'ядолі пробили поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
11	Сім'ядолі з'являються над землею ¹
12	Стадія сім'ядолей: сім'ядолі розкинуті; перша пара пальчастих листків помітна
13	Перша пара пальчастих листків мають довжину 2 см
14	1-ша пара пальчастих листків розкинута
15	2-га пара пальчастих листків розкинута
17	3-тя пара пальчастих листків розкинута
19	4-та пара пальчастих листків розкинута; подальші закладки листків видні (маленька розетка)
МАКРОСТАДІЯ 2: ФОРМУВАННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ	
21	Видно 1-шу бічну розетку
23	Видно 3-тю бічну розетку

25	Велика розетка: видно 5-ту бічну розетку
МАКРОСТАДІЯ 3:РІСТ В ДОВЖИНУ	
30	Початок росту в довжину
31	Головний пагін починає підніматися над розеткою
35	Головний пагін на половину розтягнутий
39	Закінчення розтягування головного пагону
МАКРОСТАДІЯ 4: – МАКРОСТАДІЯ 5 РОЗВИТОК ЗАКЛАДОК КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
51	Перші бруньки квітів помітні
55	Закладки квітів починають розтягуватися
59	Перші пелюстки і їх забарвлення помітні
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння: квіти на 1-ій мутовці головного пагону повністю відкриті, парусні пелюстки прямостоячі
65	Повне цвітіння: квіти більшості мутовок повністю відкриті
69	Закінчення цвітіння: всі квіти відквітли
МАКРОСТАДІЯ 7: ФОРМУВАННЯ ПЛОДІВ	
71	Початок утворення плодів: боби на 1-ій мутовці досягли 1 см
73	Початок наповнення бобів насінням
77	Повне наповнення бобів насінням видно
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
81	Зелена стиглість: боби зелені, насіння на 1-ій мутовці світяться зелені; вміст насіння кашоподібне
87	Жовта стиглість: на головному пагоні всі боби зелені, насіння матово-зелене; вміст насіння важко видавлюється (рання стиглість для дефоліації)
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
91	Починається повна стиглість: боби на 1-ій мутовці темно-бурі; листки і стебла відмерли
92	Боби на половині мутовки темно-бурі
93	Повна стиглість: всі боби темно-бурі; листки і стебла відмерлі (пізня стиглість для прибирання)
97	Пізня повна стиглість: рослини повністю відмерли і починають відламуватися
99	Продукти прибирання (зерно)

¹Рахується датою появи сходів

Люпин білий (*Lupinus albus* L.) – однорічна рослина 1-2 м заввишки, має велике біле насіння і великі боби, які при досяганні не розтріскуються. Маса 1000 насінин – 250-450 г. Вегетаційний період триває 120-140 днів. Вимогливий до ґрунтів, вологи і тепла. В Україні поширені сорти: Володимир, Вересневий, Гарант, Дієта, Козелецький, Либідь, Синій парус, Туман.

Люпин багаторічний (*Lupinus polyphyllus* Linde) – багаторічна холодостійка рослина 80-120 см заввишки, має довгі (до 40 см) китиці. Боби чорні, опушені, при досяганні розтріскуються. Насіння дрібне, маса 1000 насінин – 20-50 г. Поширені сорти Білоруський 1, Чернігівський.

Люпин – помірно **теплолюбива** рослина. Найбільш вимогливий до тепла люпин білий, насіння якого починає проростати при температурі 4-6°C, а сходи гинуть при мінус 3-4°C. Жовтий люпин проростає при температурі 3-5°C, а сходи переносять приморозки до мінус 4-5°C. Найменші вимоги до тепла в люпину вузьколистого (синього). Його насіння проростає при температурі 2-4°C, а сходи переносять приморозки до мінус 6-8°C. Оптимальна температура росту – 20-25°C, максимальна – 30°C.

Сума ефективних температур для люпину синього становить 2400°C, жовтого – 2600°C, білого – 2800°C.

Всі види люпину вимогливі до **вологи**. При проростанні насіння люпину вбирає в 2-3 рази більше води, ніж насіння зернових культур. Найбільша потреба у воді в період бутонізації-зав'язування плодів. Транспіраційний коефіцієнт становить 600-700.

Усі види люпину **світлолюбиві** з добре виявленим геліотропізмом. Листки завжди пластинками перпендикулярно спрямовані до променів сонця і як кошики соняшнику рухаються за сонцем. При затіненні рослини погано розвиваються і не дають повноцінного насіння. Люпин вузьколистий і жовтий при доброму освітленні досягають на 10-12 днів швидше, ніж при хмарній погоді. Люпин належить до рослин довгого дня. При вирощуванні в північних районах вегетаційний період скорочується.

Люпин синій і жовтий добре росте на дерново-підзолистих та інших малородючих піщаних **грунтах**. Вони витримують значну кислотність ($\text{pH} < 5$) і дуже погано ростуть на карбонатних ґрунтах, де багато кальцію. Оптимальна кислотність – pH 5,0-5,6.

Білий люпин менш стійкий до кислотності ґрунту і краще росте на нейтральних (pH 6,0-6,8) ґрунтах. Менші врожаї люпину одержують на

важких, перезволожених, малопроникних глинистих ґрунтах, а також при високому рівні підґрунтових вод. Непридатні для люпину карбонатні, заболочені та засолені ґрунти. На початку вегетації люпин росте повільно і тому сильно потерпає від бур'янистої рослинності.

Технологія вирощування

Попередники. Люпин у сівозмінах вирощують як основну культуру, а також післяукісно, післяжнивню і в сумішках. Як основну культуру його вирощують на зерно, зелений корм і силос. На зелений корм і силос люпин розміщують у парових полях перед сівбою озимих. На зерно люпин слід висівати на чистих від бур'янів полях після озимих і ярих зернових хлібів, картоплі, кукурудзи, цукрових буряків та інших небобових просапних культур. На тому самому полі його можна висівати не раніше як через 4-5 років.

Слід зазначити, що на дуже бідних ґрунтах вимушено чергують лише 2-3 культури: наприклад, люпин—жито—овес.

Післяукісно та післяжнивню люпин вирощують на зелений корм або як сидеральну культуру після озимих на зелений корм, ячменю, озимої пшениці. Люпин можна вирощувати в змішаних посівах з пшеницею, житом. До зими вони формують 60-70 ц/га зеленої маси, яка взимку виконує роль куліс, а навесні розкладається і є добривом.

Обробіток ґрунту під люпин такий самий, як і під ранні ярі зернові культури. На важких ґрунтах розпушують підорний шар ґрунту.

Удобрення. Маючи високу азотфіксуючу здатність і фізіологічну активність кореневої системи, люпин гірше, ніж інші бобові, реагує на добрива. Азотні добрива під люпин не вносять. Фосфорно-калійні добрива на 1,5-2,5 ц/га підвищують урожайність зерна, на 5-8 днів прискорюють досягання, поліпшують розвиток бульбочкових бактерій, підвищують стійкість рослин проти хвороб. Люпин є однією з небагатьох культур, під які можна ефективно використовувати важкорозчинні форми фосфорних добрив – фосфоритне борошно, томасшлак, фосфатшлак, кісткове борошно (90-100 кг/га д. р.). Калійні добрива під люпин вносять з розрахунку 45-90 кг/га. Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту. Цінним добривом для люпину є попіл. Там, де застосовували вапнякові добрива, треба вносити магнієві, борні, молібденові мікродобрива, обпудрюючи насіння солями цих елементів з розрахунку 25-50 г д. р. на гектарну норму насіння.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Для сівби використовують насіння категорій ЕН та РН-1-3 з чистотою не менше 97%, лабораторною схожістю не менше 87%, вологістю не вище 16%. За 2 тижні до сівби проти аскохітозу, фузаріозу, антракнозу насіння протруюють препаратами фундазолом, вітаваксом або тигамом (3-4 кг/т насіння). В день сівби його обробляють бактеріальними препаратами і мікроелементами.

Люпин сіють одночасно з ранніми ярими хлібами звичайним рядковим способом, а на забур'яненних полях – стрічковим за схемою 45+15.

Норма висіву люпину жовтого становить 1,2-1,4 млн. (140-160 кг/га), вузьколистого – 1,1-1,2 млн. (180-220 кг/га), білого – 0,9-1 млн. (230-260 кг/га) схожих насінин на 1 га. При стрічковому висіванні норму висіву зменшують у 2 рази.

Глибина загортання насіння – 3-4 см, а на важких ґрунтах – 2-3 см. Під час сівби вносять по 50 кг/га гранульованого суперфосфату.

На зелений корм висівають звичайним рядковим способом у 2-3 строки з інтервалом 12-15 днів.

Догляд за посівами. Люпин засмічується різними бур'янами, а ефективних способів боротьби з ними в його посівах немає. Тому треба здійснювати профілактичні заходи і очищати поля від бур'янів у до-посівний період за допомогою системи обробітку ґрунту. Люпин чутливий до гербіцидів, застосування яких на посівах досить обмежене. Використовують трефлан (2-3 кг/га) за 3-5 днів до з'явлення сходів. З агротехнічних заходів ефективно боронування ротаційними боронами до з'явлення сходів, коли зародковий корінець має довжину до 0,5 см. Боронувати посіви можна після появи сходів, коли рослини мають по 2-3 справжніх листки і при цьому мало пошкоджуються. В стрічкових посівах протягом вегетації 2-3 рази розпушують міжряддя.

Збирання врожаю. При вирощуванні на зерно люпин досягає нерівномірно. Боби при досяганні часто розтріскуються, тому збирати його доцільно роздільно, коли на рослинах побуріє 3/4 бобів. Щоб прискорити досягання та висихання рослин, за 2 тижні до повної стиглості застосовують десикацію або дефоліацію посівів розчином реглону (2,5 л/га), хлорату магнію (20-25 кг/га), аміачної селітри (100-120 кг/га). Такі посіви збирають прямим комбайнуванням.

Посіви, де не проводили десикацію, скошують у валки жатками ЖСР-4,2, ЖСБ-4,2. Валки обмолочують зерновими комбайнами при вологості зерна 16-19% при частоті обертання барабана 850-1000 хв⁻¹.

Насіння після обмолоту відразу очищають від домішок, досушують і зберігають при вологості не вище 14-15%, тому що вологе насіння пліснявіє та швидко втрачає схожість.

Питання для самоконтролю:

1. Значення зернобобових культур у забезпеченні людства рослинним білком.
2. Характеристика зернобобових культур за хімічним складом зерна.
3. Загальна ботанічна характеристика бобових культур.
4. Горох посівний. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
5. Відмінні ознаки гороху посівного та пелюшки.
6. Соя культурна. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
7. Квасоля звичайна. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
8. Сочевиця та чина. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
9. Нут. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
10. Кормові боби. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
11. Чина. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
12. Люпин. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування. Солодкі сорти люпину.

9.2. Загальна характеристика коренеплодів

До коренеплідних культур відносяться рослини різних ботанічних родин, таких як лободові (Chenopodiaceae) – буряк звичайний, зонтичні (Apiaceae) – морква посівна, цикорій та капустяні (Brassicaceae) – бруква, куузіку та турнепс. Всі вони дворічні культури, які в перший рік життя утворюють коренеплоди (видозмінені вегетативні органи).

За господарським використанням коренеплоди поділяють на технічні (цукрові буряки, цикорій) та кормові (кормові буряки, морква, бруква, турнепс).

Цукрові буряки (*Beta vulgaris S.V. saccharifera*)

Цукрові буряки це високопродуктивна культура, яка дає сировину для виробництва цукру та іншої продукції. Світове виробництво цукру з початку цього століття складає понад 120 млн. тонн щорічно, в тому числі 40% із цукрового буряку. В Україні цукор виробляється в основному з цукрового буряку. Площі посіву його в Україні досягали в 2005 році до 1,5-1,8 млн. га. Найбільше розвинена цукрова промисловість у Вінницькій, Черкаській, Хмельницькій, Київській, Сумській, Полтавській, Харківській, Кіровоградській та Одеській областях. У Вінницькій області площі посіву цукрових буряків (фабричних) в 2008 році становили 62,1 тис. га. Світові посівні площі цукрових буряків становлять близько 8 млн. га.

У коренеплодах цукрових буряків міститься до 16-20% сахарози. Цукор має велике народногосподарське і економічне значення, як продукт харчування і сировина для промисловості (спиртової, кондитерської, хлібобулочної та багатьох інших). Споживання цукру на душу населення в Європі і Америці становить по 35-40 кг, в Азії і Африці – по 13 кг, в Україні – 25-30 кг за рік. За поживністю цукрові буряки значно перевищують кормові. 100 кг коренеплодів відповідає 26 к. од. і містить 1,2 кг перетравного протеїну, а 100 кг листків – відповідно 20 к. од. і 2,2 кг протеїну.

Крім цукру із буряків отримують мелясу та жом. З меляси виробляють спирт, харчові дріжджі, лимонну кислоту, гліцерин та інші продукти. Велике значення для годівлі тварин має свіжа гичка та силос з неї. Гичка є цінним органічним добривом. Так 100 ц її вміщує 31 кг азоту, 57 кг калію і 9 кг магнію. Врожайність гички 400-450 ц/га прирівнюється за ефективністю 30 т/га гною.

Вирощування цукрового буряку не приносить шкоди навколишньому середовищу, якщо дотримуватись належних принципів адаптивного, тобто пристосованого до місцевих умов землеробства та інтегрованого захисту рослин. Один гектар посівів цукрових буряків виділяє велику кількість кисню, за липень і серпень з одного гектара надходить в атмосферу щоденно понад 150000 л кисню.

Вирощування цукрового буряку в цілому підвищує родючість ґрунту на фоні високої культури землеробства, сприяє зростанню урожайності інших культур, особливо зернових, а отже, і продуктивності сівозміни. На бурякових полях проводиться інтенсивна боротьба з бур'янами, окультурюється орний шар ґрунту, шляхом внесення великих норм добрив та вапнякових матеріалів.

За походженням цукровий буряк є складним гібридом між акліматизованим в Європі середньоазіатськими коренеплідними і західноєвропейськими листковими буряками. Вони виникли наприкінці XVIII – на початку XIX століття.

Цукрові буряки – високорентабельна культура, вирощування якої потребує точних знань, професіоналізму й капіталовкладень. Високі затрати на насіння, засоби захисту, техніку, паливо й добрива знижують її рентабельність аж до збитковості. В інтенсивному землеробстві врожайність культур залежить від природної родючості ґрунтів і погоди лише на 25%. При цьому добрива забезпечують від 30 до 60% врожаю, якісне насіння – від 5 до 20% і засоби захисту рослин – від 5 до 15%. Такий розподіл впливу на врожайність сформувався завдяки впровадженню нових технологій внесення комплексних добрив, збалансованих за макро- й мікроелементним складом під потреби кожної рослини.

Природно-кліматичні умови України та придатність їх для вирощування цукрових буряків оцінювати сьогодні особливої потреби немає з однієї простої причини: це вже давно було здійснено і з блискучим успіхом реалізовано на практиці ще наприкінці XIX і на початку XX століття нашими вітчизняними патріотами-промисловцями Терещенками, Бродськими, Бобринськими, Созоненками та Ханенками. Саме їхніми зусиллями, працею і коштами було створено потужну вітчизняну бурякоцукрову промисловість. Їхня позиція забезпечила формування в Україні системи науково-дослідних центрів з проблем землеробства, селекції та інших питань, пов'язаних з буряківництвом в Україні.

Сьогодні ж виробництво цукру в Україні тупцює на місці.

Цукрові буряки належать до класу дводольних (Dicotyledones),

родини лободових (Chenopodiaceae), *роду* Beta, який представлений трьома природними *групами*: канарські, гірські і звичайні. До останнього належить культурний *вид* Beta vulgaris, який об'єднує такі підвиди: 1. Beta cicla – листові буряки з трьома групами різновидностей (салатні, черешкові салатні, гібридні черешкові декоративні); 2. Beta crassa – коренеплідні буряки з трьома групами різновидностей (столові, кормові, цукрові).

Коренева система цукрового буряка стрижневого типу, яка складається з головного потовщеного кореня (коренеплоду) та бокових корінців. Корінь росте дуже швидко. Вже в період утворення першої пари справжніх листків, головний корінь досягає 30 см, а до кінця вегетації проникає в ґрунт на глибину 2-2,5 м.

Коренеплід складається з *головки*, яка утворюється з епикотилію (надсім'ядольного коліна), *шийки* – формується з гіпокотилію (підсім'ядольного коліна зародка) і *власне кореня*, що утворюється з зародкового корінця.

Головка являє собою видозмінений пагін, на якому знаходяться бруньки, що дають початок листкам і квітконосним пагонам. **Шийка** коренеплоду знаходиться нижче головки і на ній немає ні листків, ні бічних корінців. **Власне корінь** являє собою потужний головний корінь, на якому утворюються бокові корені.

Листки є сім'ядольні – ланцетної форми, а також справжні – серцеподібні з довгими черешками та короткочерешкові стеблові. **Квітконосні пагони**, що розвиваються на другий рік з бруньок головки коренеплоду, утворюють кущ. Стебла ребристі, зеленого кольору висотою 1-1,5 м. **Квітки** утворюються в пазухах листків квітконосних пагонів по 2-6 штук у вигляді суцвіття колос. Запилення перехресне вітром та інколи комахами. **Плоди** у буряків однонасінні коробочки, які зростаючись утворюють супліддя або клубочки. У кожному суплідді розвивається 2-6 насінин. Проте селекціонерами виведені однонасінні сорти цукрових буряків, які утворюють плоди з однією насіниною.

У **перший рік вегетації**, під час **проростання насіння**, спочатку із зародка виходить зародковий корінець, а пізніше – дві сім'ядолі з брунькою між ними. Вихід сім'ядоль на поверхню ґрунту, що виконують деякий час функцію листків, характеризується, як **фаза вилочки**. Через 6-10 днів появляється перша пара справжніх розеткових листків (**фаза першої пари справжніх листків**), а далі з інтервалом 2-3 дні – друга (**фаза двох пар листків**), третя (**фаза трьох пар листків**), четверта (**фаза чотирьох пар листків**) та п'ята пари (**фаза п'яти пар листків**). Отже, за цей період попарно утворюється 8-10

розеткових листків (табл. 64).

Високоврожайні сорти формують листки швидше, ніж цукрові, але в останніх вони більш довговічні. Засихання листків значною мірою залежить від температурних умов, вологості ґрунту і живлення, особливо азотного.

Розміри листкового апарата на початку вегетації зумовлюють урожайність, а наприкінці – цукристість буряків.

Розрізняють три основних періоди росту цукрових буряків: перший – формування **листової поверхні і кореневої системи** (приблизно перші 1,5 місяці); другий – **посилений ріст листків і коренеплоду** (триває близько 2 місяців); 3) **інтенсивне нагромадження цукру** (останній місяць вегетації).

64. Стадії розвитку цукрових буряків

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ І РОЗВИТОК ПАРОСТКА	
00	Суха насінина
01	Набрякання – початок поглинання води насінням
03	Кінець набрякання насіння: насіннева оболонка відкрита. Дражоване покриття лопнуло
05	Поява зародкового корінця
0	Поява зародкового проростка
09	Сходи, поява проростків на поверхні ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТІВ	
10	Фаза зародкових листків: зародкові листи в горизонтальному положенні. Перша пара справжніх листків має розмір головки шпильки
11	Перша пара справжніх листків добре помітна, розмір горошини
12	Два справжніх листки (1 пара справжніх листків) розпущені
14	Чотири справжніх листки (2 пара справжніх листків) розпущені
15	П'ять справжніх листків розпущені
16	Шість справжніх листків розпущені
17	Сім справжніх листків розпущені
18	Вісім справжніх листків розпущені
19	Дев'ять справжніх листків і більше розпущені
МАКРОСТАДІЯ 2:-	
МАКРОСТАДІЯ 3: УТВОРЕННЯ РОЗЕТКИ (ЗМИКАННЯ РЯДКІВ)	
31	Початок змикання рядків: 10% рослин сусідніх рядків змикаються
32	20% рослин сусідніх рядків змикаються

33	30% рослин сусідніх рядків змикаються
34	40% рослин сусідніх рядків змикаються
35	50% рослин сусідніх рядків змикаються
36	60% рослин сусідніх рядків змикаються
37	70% рослин сусідніх рядків змикаються
38	80% рослин сусідніх рядків змикаються
39	Змикання рядків: більше 90% рослин сусідніх рядків змикаються
МАКРОСТАДІЯ 4: РОЗВИТОК ВЕГЕТАТИВНИХ ЧАСТИН РОСЛИН БУРЯКІВ	
49	Буряки досягли величини для збирання
МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК ЗАКЛАДОК КВІТОК (2-Й РІК ВЕГЕТАЦІЇ)	
51	Початок розтягування головного пагона
52	Головний пагін 20 см довжини
53	Закладання бічних пагонів спостерігаються на головному пагоні
54	Бічні пагони добре спостерігаються
55	Перші квіткові бруньки спостерігаються
59	Перші покривні листки добре спостерігаються; квітки ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
60	Перші квітки на нижній частині суцвіття відкриті
61	Початок цвітіння: 10% квіток відкриті
62	20% квіток відкриті
63	30% квіток відкриті
64	40% квіток відкриті
65	Повне цвітіння: 50% квіток відкриті
67	Цвітіння, що закінчується: 70% квіток перецвіли
69	Кінець цвітіння: усі квітки перецвіли
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ	
71	Початок розвитку плодів: насіння в плодовій порожнині спостерігається
75	Навколоплідник (перикарпій) зелений, плід ще пластичний, борошнисте тіло (перисперм) молочне, колір шкірки насіння бежевий
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ	
81	Початок дозрівання: перикарпій зелено-коричневого кольору; колір насінної шкірки ясно-коричневий

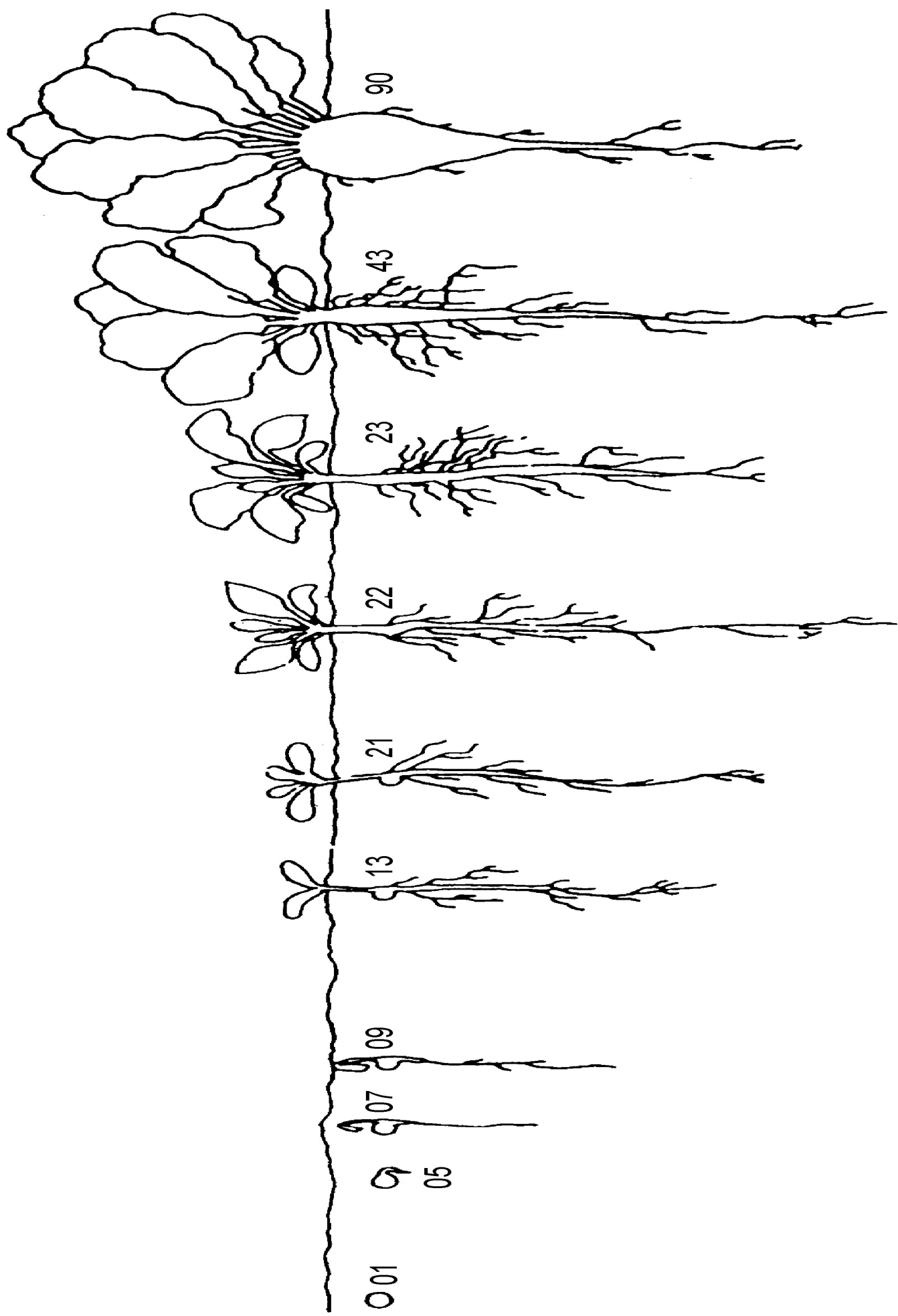
85	Перикарпій ясно-коричневого кольору; колір насінної шкірки бурий
87	Перикарпій твердий; колір насінної шкірки бурий
89	Повна спілість, перикарпій і перисперм тверді; насінна шкірка сорто- або видотипового кольору
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
91	Початок зміни забарвлення
92	Більшість листів жовтіє
95	50% листів бурого кольору
97	Рослина відмерла
99	Збирання (насіння)

У подальшому розвитку листки появляються по одному через 2-3 дні. За вегетацію утворюється 60-90 штук. Чим більше на рослині листків і чим довше вони не відмирають, тим вищий урожай коренів і їх цукристість.

Розростання надземної частини буряків веде до закривання листками рослин суміжних рядків міжрядь, що визначається, як **фаза змикання листків** у міжряддях. Під кінець вегетації старі листки починають поступово відмирати і підсихати, що спричиняє розмикання рядків і свідчить про настання **фази розмикання листків у міжряддях**.

У фазі **вилочки** корінь буряка має первинну будову – складається з центрального циліндра і первинної кори та вкритий епідермісом. У період утворення 2-3 пар справжніх листків, внаслідок швидкого розростання внутрішніх тканин кореня, первинна кора розривається, злуцується і поступово відмирає. Відбувається так зване “**линяння**” коренів, тобто проходить процес зміни первинної будови кореня на вторинну. У цей час у корені починають утворюватись концентричні кільця провідних пучків, яких буває від 9 до 12 і які сполучені з провідною тканиною листків. Під час лінки первинна кора розривається у місцях виходу бічних коренів, і цим самим створюються сприятливі умови для їхнього розвитку. Якщо ж первинна кора не злуцується, вихід бічних корінців затримується та зменшується їх кількість.

Коли лінка відбувається несвоєчасно, то говорять, що буряки “стікають”. Основною причиною стікання буряків є недостатні умови освітлення рослин. Нестача світла виникає в загущених посівах, тому важливо в період від фази вилочки до появи 1-2 пари справжніх листків рослини прорідити. Затримка з прорідженням призводить до зменшення урожаю коренеплодів на 20-40% і більше.



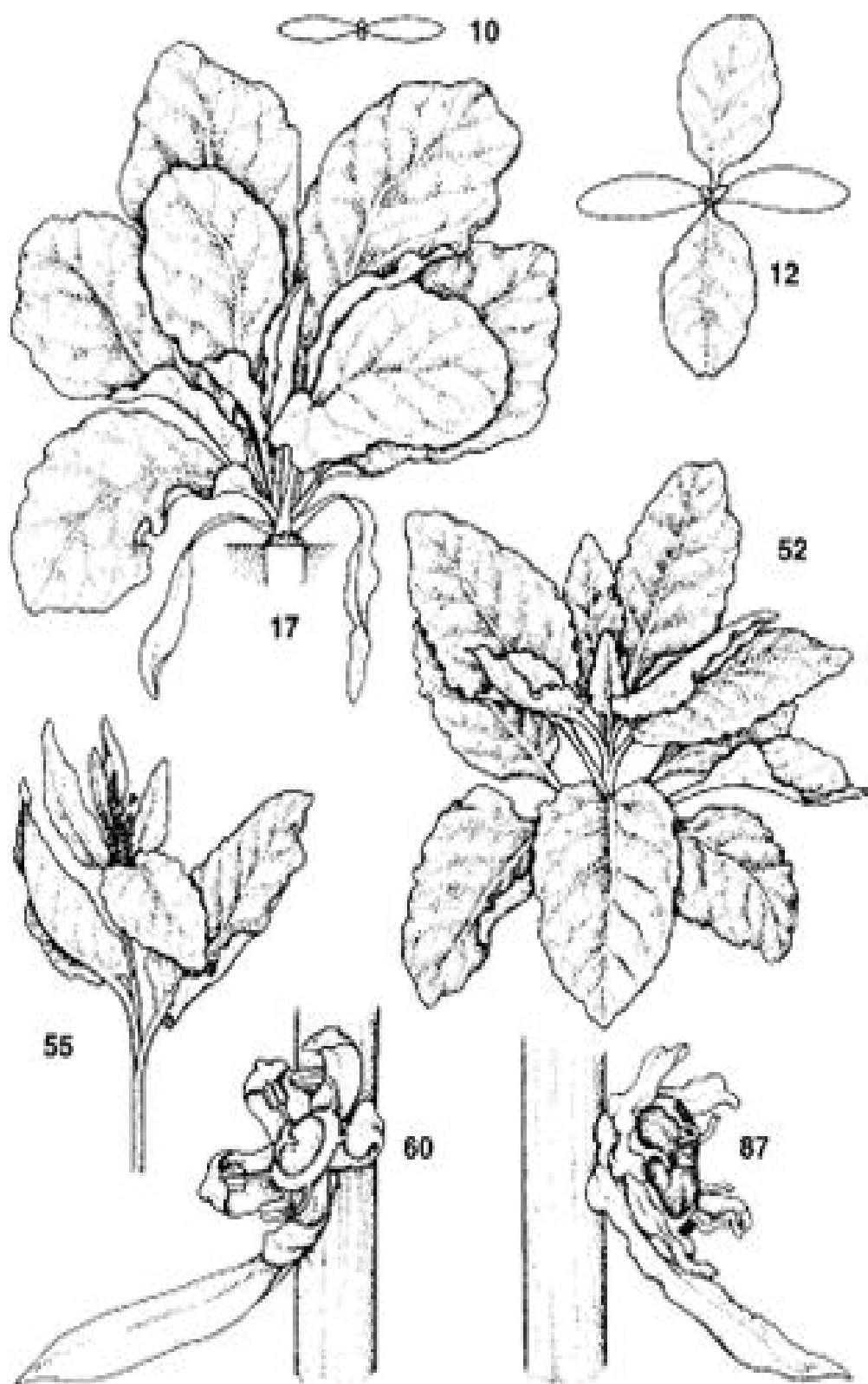


Рис. 28. Стадії розвитку цукрових буряків.

У першій половині вегетації інтенсивніше ростуть листки, а в другій – корені. Вже на початку серпня маса коренів і листя майже однакові, а наприкінці серпня – маса коренів більша за масу листя. Водночас, з ростом коренів збільшується їх цукристість.

Життєвий цикл розвитку у буряка триває два роки. У перший рік з насіння виростає потовщений коренеплід з розеткою прикореневих листків, що восени відмирають. На другий рік з висадженого коренеплоду (висадки або маточні коренеплоди), який містить на головці бруньки, виростають стеблові пагони з листками та квітками. На квітконосних пагонах, після цвітіння та запліднення, формується насіння.

Деякі рослини можуть утворювати квітконосні пагони вже в перший рік життя, таке явище називається *цвітухою*. Причиною масової цвітухи часто виступають високі дози мінеральних добрив, дощова з низькими температурами погода. Рослини, які на другий рік вегетації не утворюють квітконосних пагонів, називають *упряцями*. Причиною цього явища є висока температура довкілля та мала кількість опадів.

Тривалість вегетації цукрових буряків у перший рік 150-170 днів, на другий – 100-130 днів.

Біологічні особливості. Цукрові буряки історично пристосовані до районів з достатньо високою відносною вологістю повітря. Рослини погано розвиваються при відсутності опадів у березні і квітні. Період появи сходів повинен бути теплим з помірним дощем, перша половина літа – прохолодною і дощовою, а потім має переважати помірно-суха і тепла погода. В основних районах бурякосіяння опадів не вистачає навіть для формування середнього врожаю, тому волога, нагромаджена ґрунті, протягом осінньо-зимового періоду, стає надійним запасом для максимальної витрати її під час інтенсивного наростання листя і коренеплодів.

Коефіцієнт транспірації коливається в межах 240-400. Для утворення 1 г сирої маси коренеплоду використовується $70-80 \text{ см}^3$, а на 1 г цукру – 450-500 г води. При врожайності 400-500 ц/га витрачається з одного гектара біля 5000 м^3 води. Найвищий врожай одержують при 60-80% НВ. Критичний період цукрових буряків щодо вологи є кінець липня – початок серпня. Надмірна кількість води наприкінці вегетації призводить до зниження цукристості коренеплодів. Максимальний збір цукру з 1 га спостерігається при вологості ґрунту 60% НВ.

Цукровий буряк – культура **довгого дня**, отже при подовженому світлі протягом доби рослини швидше розвиваються. Листки і коренеплоди ростуть переважно увечері та вночі, а вранці та вдень ріст різко уповільнюється або повністю припиняється. Швидкість росту листків вночі становить 0,6-0,8 мм/год., а вдень – 0,10-0,15 мм/год.; коренеплодів – вночі 0,03-0,06 мм, а вдень майже припиняється. При нагромадженні цукру, листки рослин цукрових буряків найбільш інтенсивно використовують синьо-фіолетові (0,40-0,48 мкм), а для росту вегетативної маси – оранжево-червоні (0,65-0,69 мкм) промені. За значенням для нагромадження цукру в коренеплодах у другій половині вегетації в районах достатнього зволоження на перше місце слід поставити освітлення, на друге – температуру повітря. У районах нестійкого і особливо недостатнього зволоження, перше місце займає волога. Ефективність світла і тепла залежить від забезпеченості рослин вологою та елементами живлення. Від теплового режиму залежать схожість насіння, ріст рослин і продуктивність цукрових буряків.

Потреба цукрових буряків у теплі за період від сівби до технічної стиглості визначається сумою активних температур 2300-3000°C.

До **тепла** цукрові буряки середньо вимогливі. Найбільш сприятливою для проростання насіння є **температура** близько 20°C. Від температури ґрунту залежить тривалість періоду проростання насіння. Так, при температурі ґрунту 1-2°C насіння проростає протягом 45-60 днів, 3-4°C – 25-30 днів, 6-7°C – 10-15 днів, 9-10°C – 8-10 і 11-12°C – 3-4 дні. Сходи цукрових буряків переносять тимчасові заморозки на поверхні ґрунту мінус 3-5°C. Життєдіяльність рослин найбільш продуктивно відбувається при температурі кореневмісного шару ґрунту вдень близько 30°C і вночі – 10°C. Фотосинтез і ріст рослин буряків краще проходить при температурі 20-22°C. Вегетація буряку припиняється при температурі повітря менше 5°C. Восени перед збиранням рослини буряків переносять тимчасові заморозки до -5°C, а зібрані та непокриті коренеплоди пошкоджуються при температурі -2°C. Активний ріст та накопичення цукру триває до переходу осінніх температур через + 6°C.

Вагоме значення для отримання високої урожайності буряку мають механічний склад та фізико-хімічні властивості **ґрунту**. Кращими ґрунтами для цукрових буряків є чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові, чорноземи опідзолені середньосуглинкові, чорноземи лучні, лучно-чорноземні, темно-сірі опідзолені середньосуглинкові. Гіршими є світло- та сірі опідзолені середньосуглинкові ґрунти.

Оптимальна кислотність ґрунтів для буряків знаходиться в межах рН 6,0-7,0, об'ємна маса ґрунту – 1,0-1,2 г/см². Для цукрових буряків найкращим співвідношенням води та повітря в ґрунті є 1:1, а оптимальна повітроємність (некапілярна пористість) – 12-20%.

Для отримання кожних 100 ц/га коренеплодів урожаю та відповідної кількості листя потрібно забезпечити, з урахуванням коефіцієнтів вмісту доступних речовин та коефіцієнтів засвоєння елементів живлення, не менш як N – 50-60 кг/га, P₂O₅ – 20-25, K₂O – 60-70 кг/га. Відповідно, для того щоб урожай становив 500 ц/га коренеплодів, рослини цукрових буряків повинні засвоїти лише сполук макроелементів уп'ятеро більше від названих цифр. Запаси, що є в ґрунті, можуть і повинні виступати лише вагомим додатком до такого балансу. Наприклад, у Франції, де природна родючість ґрунтів істотно нижча, ніж в Україні, фермер, щоб отримати нульову рентабельність виробництва, має забезпечити врожай коренеплодів близько 400 ц/га. Лише з такого високого порога починається рентабельне вирощування. Пересічні французькі фермери отримують по 580-650 ц/га солодких коренеплодів. Їхній цукор рентабельний і конкурентоспроможний у країнах ЄС.

Технологія вирощування

Сорти – Білоцерківський однонасінний 45, Веселоподолянський однонасінний 29, Уладівський однонасінний 35, Ялтушківський однонасінний 30, Ялтушківський однонасінний 64 та ін. **Гібриди** – Атаманша, Травіата, НМ7163НМ, Газета, Делеїта, Катюша, Волга, Хеліта, Лангуста, Борута, Олімпіада, Іванівський ЧС 33, Орегон, Галілео, Портланд, Гранате, Хамбер, Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84, Білоцерківський ЧС 51, Білоцерківський ЧС 57, Білоцерківський ЧС 90, Верхняцький ЧС 63, Київський ЧС 62, Слов'янський ЧС 94, Український ЧС 70, Ялтушківський ЧС 72 та ін.

Попередники. У зоні достатнього зволоження цукрові буряки розміщують після озимої пшениці в ланках сівозміни з багаторічними травами одного року використання, зайнятих удобрених гноєм парів, гороху. Ланка сівозміни з кукурудзою на силос дещо знижує продуктивність буряків. У зоні нестійкого зволоження перше поле цукрових буряків розміщують в ланці із зайнятим паром, а друге – в ланці з багаторічними бобовими травами однорічного використання.

У зоні недостатнього зволоження розміщують цукрові буряки в ланках сівозміни з чорним удобренням паром, багаторічними травами на один укіс та однорічними культурами на один укіс. Повертати цукровий буряк на те саме місце необхідно через 3 роки. Насичення сівозміни повинно становити не більше 20-30%. Не рекомендують сіяти буряки після вівса, так як в них багато спільних шкідників.

Обробіток ґрунту. Розроблено два способи основного обробітку ґрунту – *поліпшений* та *напівпаровий*. Поліпшений спосіб включає дворазове лушення стерні дисковими і лемішними лушчильниками та глибоку зяблеву оранку в кінці вересня на початку жовтня двоярусними плугами. У зоні достатнього зволоження рекомендується застосовувати напівпаровий обробіток ґрунту, який включає лушення стерні дисковими лушчильниками в два сліди на глибину 5-6 см, внесення органічних і мінеральних добрив і оранку на глибину 28-32 см плугами з передплужниками в агрегаті з боровами або з кільчасто-шпоровими котками в кінці липня – першій половині серпня. По мірі з'явлення бур'янів, поле обробляють 1-2 рази важкими зубовими боровами або культиваторами загального призначення. В кінці осені проводять безполицеве розпушування на глибину 16-20 см плугами або лемішними лушчильниками без полиць.

Весняний передпосівний обробіток розпочинається з ранньовесняного “закривання” вологи боронуванням з шлейфуванням на глибину 2,5-3,0 см. Передпосівну культивацію проводять на глибину 3-5 см з одночасним боронуванням і коткуванням. Хороші результати отримують під час використання комбінованих агрегатів типу АГ-6, Агро 3, “Європак”. Відразу після культивації необхідно проводити сівбу.

Удобрення. Для формування врожаю цукрові буряки споживають велику кількість поживних речовин. На утворення 1 т коренеплодів і відповідної кількості гички з ґрунту виноситься: N – 50-60 кг, P_2O_5 – 15-20 кг і K_2O – 55-75 кг. Цукрові буряки багато виносять з ґрунту також кальцію, магнію, сірки, марганцю, бору та інших елементів. Оптимальна для цукрових буряків кількість обмінного кальцію в ґрунті становить 60-70% ємкості поглинання, обмінного магнію і калію відповідно 10-15 і 3,5%.

Система удобрення цукрових буряків орієнтує виробництво на різноглибинне внесення добрив у три строки: восени – основне удобрення, під час сівби – рядкове та в період вегетації – підживлення. Добрива основного удобрення загортають на глибину 15-30 см, рядкового на 4-6 см під час підживлення – на 12-14 см. Підживлення застосовують у зоні достатнього зволоження, а в зоні нестійкого зволоження – коли недостатньо внесено добрив під оранку. В умовах

недостатнього зволоження підживлювати рослини не рекомендується.

З органічних добрив під цукрові буряки найчастіше вносять гній. В зоні достатнього зволоження 30-40 т/га вносять безпосередньо під буряки. В районах нестійкого зволоження гній в нормі 30-40 т/га вносять під озиму пшеницю, а в ланці з багаторічними травами під буряки по 30 т/га. У зоні недостатнього зволоження гній з розрахунку 20-30 т/га вносять під озиму пшеницю або під парозаймаючу культуру.

До 90% мінеральних добрив вносять восени під глибоку зяблеву оранку. Середня норма мінеральних добрив на фоні гною становить $N_{140-170}P_{140-170}K_{160-190}$. Кількість азоту в ланці сівозміни з багаторічними травами зменшують приблизно на 30 кг/га. При сівбі в рядки вносять $N_{10}P_{15-20}K_{10}$ і в підживлення $N_{90}P_{30}K_{30}$. Дози добрив потрібно коректувати щодо кожного окремого поля. Мікродобрива вносять за мірою необхідності на окремих полях. Кислі ґрунти один раз за ротацію сівозміни вапнують, вносячи вапняні матеріали під озиму пшеницю. Дозу $CaCO_3$ розраховують, перемножуючи величину гідролітичної кислотності на коефіцієнт 1,5. Солонці та солонцюваті ґрунти необхідно 1-2 рази за ротацію гіпсувати. На солонцюватих ґрунтах вносять 2-4 т/га, на плямах солонців – 6-10 т/га гіпсу.

Підготовка насіння до сівби. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насіннєвих заводах. Насіння, крім сушіння, очищення і сортування, калібрують, шліфують, дражують, обробляють захисними стимулюючими речовинами. Для сівби пунктирним способом, насіння калібрують на дві посівні фракції діаметром 3,5-4,5 і 4,5-5,5 мм. Проти комплексу ґрунтових і наземних шкідників, насіння обробляють фураданом з розрахунку 30-35 л на 1 т насіння. Рослини зберігають токсичність до 30 днів. Відпускається насіння за посівними одиницями. Одна посівна одиниця це 100 тисяч насінин.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сівбу починають, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 5-6°C, а ґрунт при обробітку кришиться і не липне до знарядь. Сіють цукрові буряки пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см, а в умовах зрошення – 60 см.

Глибина загортання насіння – 2,5-3,0 см, а при підсиханні ґрунту – 3,5-4,0 см. При сівбі на кінцеву густоту висівають 8-10 схожих насінин на 1 погонний метр рядка, щоб одержати 6-7 сходів (2,0-2,4 кг/га). При застосуванні заходів механічного формування густоти висівають до 15 насінин на 1 п. м. рядка. Сівбу на одному полі потрібно закінчувати за 1-2 дні, відхилення середньої глибини загортання насіння не повинно перевищувати $\pm 0,5$ см, а ширина стикових міжрядь повинна становити

50 ±5 см. У посушливу погоду, при інтенсивному підсиханні поверхні ґрунту, посіви буряків доцільно коткувати водоналивними (СКГ-2-1, СКГ-2) або кільчасто-зубовими (ККН-2,8) котками.

Догляд за посівами. Система заходів догляду за посівами включає: до - і післясходове суцільне розпушування ґрунту, формування (в разі необхідності) густоти насадження рослин, розпушування ґрунту в міжряддях і рядках, підживлення рослин, захист від бур'янів, шкідників і хвороб. Коли цукрові буряки вирощуються за інтенсивною технологією, то після сходів проводиться лише 1-2 розпушування міжрядь. Оптимальна густота насадження рослин на період збирання повинна становити для зони оптимального зволоження – 115-120 тис/га, нестійкого зволоження – 110-115 і недостатнього – 100-105 тис. га.

Одним із основних завдань в технології вирощування цукрових буряків є своєчасна боротьба з бур'янами та поєднання агротехнічних і хімічних заходів їх знищення. У фазі 2-4 справжніх листків у буряків, вносять бетанал (2,97 кг/га), бетанал-тандем (1,14-1,52 кг/га), бетанал прогрес АМ (0,27-0,45 кг/га), стамп (1,0 кг/га), шогун (0,06-0,12 кг/га), зелек-супер (0,12 кг/га), ілоксан (0,85-0,99 кг/га), поаст (0,2-0,6 кг/га), тарга-супер (0,05-0,15 кг/га), фуроре-супер (0,06-0,15 кг/га), фюзілад-супер (0,12-0,18 кг/га) та інші.

Передпосівний обробіток ґрунту, а отже і сівбу буряків, краще проводити вслід за ранньовесняним обробітком, не допускаючи розриву між цими операціями.

Хвороби. Найбільш поширеними хворобами цукрових буряків є коренеїд сходів, церкоспороз, борошниста роса, переноспороз, іржа, вірусна мозаїка і жовтуха, гнилі коренеплодів. Заходи боротьби: дотримання чергування культур в сівозміні, протруєння насіння, обробка посівів фунгіцидами: акробат МЦ (2 кг/га), альто 400 (0,2 кг/га), фундазол (0,6 кг/га), байлетон (0,6 кг/га), бенлат (0,6-0,8 кг/га), дерозал (0,3-0,4 кг/га) та ін.

Шкідники – довгоносики, дротяники, блохи, совки, лучний метелик, крихітка бурякова, нематода. Заходи боротьби включають обробку насіння фураданом, прометом, дурсбаном (1,5-2,5 кг/га), золоном (3,0-3,5 кг/га), нурелом Д (1,0 кг/га), піринексом (2,5 кг/га), сумітіоном (0,6 кг/га), фастаком (0,1 кг/га).

Збирання цукрових буряків найбільш доцільно проводити при настанні технічної стиглості – це кінець вересня – перша декада жовтня. В технічній стиглості маса коренеплоду і вміст в ньому цукру стають максимальними, чистота соку висока, вміст мелясоутворюючих речовин мінімальний. Строки збирання цукрових буряків визначаються

також технічними можливостями господарств, які б гарантували закінчення збирання до 25 жовтня. Цукрові заводи повинні мати у вересні тридобовий запас коренеплодів. За 10-15 днів до збирання проводять розпушування ґрунту на глибину 10-12 см. Залежно від конкретних погодних, агротехнічних і організаційних умов, при збиранні цукрових буряків застосовують потоковий, потоково-перевалочний і перевалочний способи. Основним є потоковий спосіб збирання, для якого використовують бурякові комплекси як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Він передбачає пряме відвантаження на транспорт зібраних коренеплодів. При потоково-перевалочному – частину зібраних коренеплодів деякий час зберігають на полі, а потім відвозять на приймальні пункти або цукрові заводи.

Кормові буряки (*Beta vulgaris crassa*)

За площею посіву серед кормових коренеплодів перше місце займають кормові буряки. На сьогодні роль кормових буряків, через значні витрати на вирощування, менша, у порівнянні з іншими культурами. Собівартість 1 ц. к. од. кормових буряків найвища, порівняно з собівартістю інших видів кормів. Вони добре ростуть в районах

Полісся і Лісостепу, на мінеральних ґрунтах і осушених торфовищах, а також у Степу на зрошуваних землях. На мінеральних ґрунтах Лісостепу урожайність кормових буряків становить 400-600, а на торфових ґрунтах – 800-1000 ц/га і більше. У Вінницькій області площі посіву кормових буряків досягають 21,9 тис. га.

Кормові буряки мають високі кормові якості: 10 кг відповідають 1,2-1,4 кг кормових одиниць і містять 90-110 г перетравного протеїну. Їх добре поїдають тварини, вони значно підвищують молочну продуктивність корів. Кормові коренеплоди є важливим джерелом легкоперетравних вуглеводів (до 9%), містять 1,1-1,5% білку, який багатий на амінокислотний склад і добре перетравлюється (70-80%) та мінеральні речовини (1,0-1,5%), особливо кальцій та фосфор. Вони є добрим попередником у сівозміні для наступних культур.

Використовують кормові коренеплоди частіше як соковиті корми у свіжому вигляді. За формою коренеплодів їх поділяють на чотири групи (найбільш поширені циліндричні і конічні). Буряки з циліндричною, або мішкоподібною формою коренеплодів мають розвинену шийку, їх корені заглиблюються в ґрунт на 1/3-1/4 своєї довжини. Сорти цієї групи (*Полтавський білий*), дають високі врожаї, але вміст сухих речовин у них невисокий (11-14%). Вони характеризуються

підвищеними вимогами до вологості.

Сорти з видовжено-овальною формою коренеплодів заглиблюються в ґрунт на 2/3-3/4 своєї довжини. Вміст сухих речовин у коренях їх дещо вищий, ніж у коренеплодів першої групи. Найбільш поширений сорт *Переможець*, який районований у всіх зонах України. Вміст сухих речовин становить 13-15%.

Сорти з конусоподібними коренеплодами заглиблюються в ґрунт на 2/3 і більше. Характеризуються підвищеною посухостійкістю і високим вмістом сухих речовин (15-18%). До цієї групи належать сорти напівцукрових буряків. Серед них Український напівцукровий, Центаур Полі, Трипільський напівцукровий, Полтавський напівцукровий, Кірос, Авангард.

Кормовий буряк має подібні морфологічні та фенологічні особливості до цукрових буряків. Тривалість вегетаційного періоду в перший рік життя: 120-140 днів. За типом запилення – перехреснозапильний.

Біологічні особливості. Серед коренеплодів найбільш чутливими до холоду є *кормові буряки*, сходи їх нерідко гинуть навіть при невеликих весняних заморозках (мінус 3-5°C). Насіння проростає при температурі близько 3°C, але дружні сходи з'являються лише при 12-15°C.

Кормовий буряк – вимоглива до **вологості** культура. Залежно від погодних умов його сумарне водоспоживання коливається в межах 3800-6000 м³/ га, проте на 1 т урожаю він витрачає 50-70 м³ води. Водоспоживання кормового буряка протягом вегетації помітно різниться, тому відмічають три основні періоди: **перший** – від сходів до змикання листя в міжряддях, коли формується тільки 10-15% врожаю і водоспоживання не перевищує 30-40 м³/га за добу, **другий** – від змикання листя в міжряддях (15-20 червня) - до початку третьої декади серпня, він є найбільш відповідальним щодо водоспоживання і формування врожаю – 80% (за добу витрачається 70-80 м³/га води). **Третій** період характеризується зменшеним водоспоживанням (до 20-25 м³/га за добу), помірним приростом урожаю коренеплодів і накопиченням сухої речовини. Найкраще розвиваються в умовах теплого сонячного літа з достатньою кількістю опадів (близько 500 мм за рік). Особливо вибагливі до вологості в період проростання насіння, яке поглинає при набуханні 120-160% води від своєї маси, та в критичний період розвитку в липні-серпні. Щодо відношення до **родючості ґрунтів**, то для кормових буряків придатні такі ж самі ґрунти, як і для цукрових буряків.

Технологія вирощування

На разі уже розроблені адаптивні технології вирощування кормових буряків, що дозволяє зменшити їх собівартість.

В Україні районовані **сорт**и кормового буряку: Адра, Аміго, Болеро, Веселка, Галицький, Дарина, Крокус, Казіма, Львівський жовтий, Рожевий 3, Селена, Солідар, Полтавський білий, Авангард, Урсус Полі, Тамара, Екендорфський жовтий, Барбара, Уманський кормовий та ін.

Попередники. Кормовий буряк вирощують після озимої пшениці, що йшла по пласту багаторічних трав, після зернобобових, однорічних трав на зелений корм, овочевих культур, кукурудзи на зелений корм, силос та картоплі. Повертати його на те саме місце слід не раніше, як через 2-3 роки. Кормовий буряк не можна розміщувати після кормового, цукрового та столового буряка.

Щоб мати високі врожаї, кормові буряки вирощують на понижених і зрошуваних ділянках. Основні агро меліоративні заходи на полях, призначених під буряк, необхідно виконувати восени.

Обробіток ґрунту. Після жнивне розпушування ґрунту проводять одразу за збиранням попередників при вологості ґрунту в шарі 0-30 см не вище 60% НВ. Після таких попередників, як зернові колосові, зернобобові, овочеві, однорічні трави та їхні сумішки на зелений корм і сіно, обробіток ґрунту виконують дисковими лушпильниками на глибину 6-8 см, а після кукурудзи на зелений корм і силос – дисковими боронами перехресно в два сліди. Поля, засмічені коренепаростковими бур'янами, лушать два рази: перший – на глибину 6-8 см дисковими знаряддями, другий – на 12-14 см на початку масового відростання бур'янів лемішними лушпильниками або плоскорізами. При відростанні великої кількості коренепаросткових багаторічних бур'янів, доцільно застосувати гербіциди лонтрел (1,0 л/га) або раундап (4-5 л/га) по вегетуючих розетках за 2-3 тижні перед зяблевою оранкою. Розміщують кормовий буряк на площах з ухилом не більше 1°. На добре підготовленому полі не повинно бути звальних гребенів і розвальних борозен. Термін проведення оранки – третя декада вересня-перша половина жовтня, через два тижні після останнього лушення при масовій появі сходів бур'янів.

На легких і середніх за механічним складом ґрунтах оранку виконують звичайними плугами на глибину 23-25 (до 25-27) см, на важких – з ґрунтопоглибленням на 25-27 (до 28-30) см. При значній засміченості поля і наявності пожнивних залишок довжиною більше

20 см, доцільно застосовувати ярусні плуги, що забезпечують повне і якісне їх загортання в ґрунт.

Поверхню ґрунту вирівнюють довгобазовими планувальниками, планувальними рамами (ПР-4) уздовж напрямку сівби, а при значній гребенистості ґрунту – у двох напрямках по діагоналі поля. На солонцюватих ґрунтах, щоб попередити подальше їх осолонцювання, а також для поліпшення водно-фізичного стану, по спланованому полю після оранки вносять гіпс або фосфогіпс (3-5 т/га). Після цього ґрунт розпушують чизелями без борін або знаряддями з долотоподібними робочими органами. Перед сівбою ґрунт коткують.

Удобрення. Кормовий буряк більше потребує азотних і калійних добрив, на 1 т коренеплодів і відповідної кількості листків кормовий буряк виносить з ґрунту 2,5-3 кг N, 0,9-1,0 кг P₂O₅ і 4,5-5 кг K₂O. Проте, внесення високих доз азотних добрив сприяє збільшенню накопичення нітратів у сухій речовині.

Буряк дуже чутливий до органічних добрив. Під основний обробіток ґрунту вносять органічні (20-40 т/га), фосфорні (60-80 кг/га) і калійні (100-120 кг/га) добрива. На чорноземах звичайних з вмістом гумусу в орному шарі (0-30 см) 4,5-5,5% вносять гній (насамперед напівперепрілий) з розрахунку 40 т/га, з вмістом 4-4,5% – 50 т/га, 2,5-3,0% – 60 т/га. На ґрунтах, що містять менше 2,5% гумусу, гній вносять обов'язково. За відсутності гною, як органічне добриво можна застосовувати сидерати (зелені добрива), післяжнивні рештки, соломі зернових колосових, стебла кукурудзи. При заорюванні їх у ґрунт, вносять азотні добрива з розрахунку N₇₋₁₀ кг/т органічного добрива. Солома і зелені добрива за ефективністю прирівнюються до 20-25 т гною.

Під запланований рівень врожаю коренеплодів норму азотних мінеральних добрив встановлюють, враховуючи вміст рухомого азоту в метровому шарі, а також коефіцієнти використання його з ґрунту (0,45-0,55) та добрив (0,6-0,7). Азотні добрива із розрахунку 60-120 кг/га вносять під передпосівну культивуацію. Під час сівби в рядки вносять по 20 кг/га кожного елемента. До фази змикання рядків проводять підживлення посівів складними добривами.

Норму внесення фосфорних і калійних добрив визначають, виходячи з вмісту елементів живлення в орному шарі ґрунту. Якщо вміст P₂O₅ більше 30-35 мг/кг ґрунту, а K₂O більше 230-260 мг/кг, фосфорні і калійні добрива не вносять.

Повне мінеральне добриво включає повну дозу фосфорних, калійних (P₆₀₋₁₂₀K₆₀₋₁₂₀) і 30-50% азотних. Норму азотних добрив варто

зменшувати на 40-50 кг д. р. на гектар, якщо кормовий буряк розміщують після багаторічних трав. Навесні рідкі азотні і комплексні добрива на легких ґрунтах вносять на глибину не менше 15-20 см, на середніх – 12-15 см, на важких – 10-12 см.

Підготовка насіння до сівби. Насіння перед сівбою калібрують на фракції (3-4; 4-5; 5-6 мм або 3,5-4,5 і 4,5-5 мм), обігрівують, а потім протруюють (за 2-3 тижні до сівби) одним із препаратів: превикур 607 – 4 л/т (проти коренеїда) тачигарен – 6 кг/т (проти коренеїда), фурадан – 25-30 л/т (проти ґрунтових та наземних шкідників), апрон – 4 кг/т (проти коренеїда, пероноспорозу та ін.).

Строки сівби. Норма висіву насіння. Передпосівний обробіток і сівбу проводять, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 0-10 см досягає +5...+6 С. Глибина розпушення зволоженого шару ґрунту 2-3 см, середньо зволоженого – 3-4 см, сухого – не більше 5 см.

Кормовий буряк на зрошенні сіють з міжряддями 60 або 70 см, що забезпечує оптимальні умови для проведення обробітку ґрунту в посівах і росту коренеплодів в період вегетації (табл. 65).

65. Норма висіву клубочків на 1 погонний метр рядка залежно від заданої густоти рослин

Лабораторна схожість насіння, %	Кількість рослин на 1 погонний метр рядка										
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35	40
50	20	24	30	36	40	44	50	56	60	70	80
55	18	22	27	33	36	40	46	51	55	64	73
60	17	20	25	30	33	37	42	47	50	58	67
65	15	18	23	28	31	34	38	43	46	54	62
70	14	17	21	26	29	32	36	40	43	50	57
75	13	16	20	24	27	30	33	37	40	47	53
80	12	15	19	22	25	28	31	35	38	44	50
90	11	13	17	20	22	25	28	31	33	39	44
95	11	13	16	19	21	23	26	30	32	37	42

Для сівби застосовують сівалки точного висіву ССТ-8В, ССТК-8, БАЕР, УСП-12, ССТ-12Б. На чистих від бур'янів площах висівають задану кількість насінин, щоб без затрат ручної праці сформувати на період збирання рекомендовану колишнім Інститутом зрошуваного землеробства густоту рослин: для сортів Львівський жовтий, Екендорфський жовтий, Роте Вальце, Переможець – 70-80 тис./га, для Урсус – 60 тис./га, а для однонасінневих сортів – 100-110 тис./га. Використовують також овочеві сівалки СО-4,2 і СКОН-4,2, при цьому

норму висіву збільшують на 20-40%, особливо на забур'яненних полях.

Сіють кормові буряки разом з ранніми культурами пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см і нормою висіву насіння 15-20 кг/га, а при використанні пунктирних сівалок – 8-12 кг/га. Оптимальна густота насадження – 70-80 тис. рослин на гектар. При формуванні густоти насаджень, відстань між рослинами в рядку, залежно від сорту і родючості ґрунту, встановлюють від 25 до 30 см.

Догляд за посівами. На 4-5 день після сівби проводять досходове боронування посівів. При цьому довжина проростків повинна бути не більше 0,2 мм, а глибина розпушування ґрунту – не повинна перевищувати дві третини глибини загортання насіння. Агрегати із ротаційними робочими і ґрунтовими роторами повинні рухатися уздовж рядків, із боролами – під кутом 25-30° (швидкість руху агрегатів 8-9 км/год). На площах, де внесені ґрунтові гербіциди, боронування не проводять, щоб не послабити їх дії.

При відсутності ротаційних робочих органів на ущільнених ґрунтах використовують середні зубові борони, а на пухких – легкі зубові ЗПБ-0,6А, БПШ-8 або райборінки ЗОР-0,7, чи пружинні ЗБР-24.

Міжрядне розпушування (шаровку) проводять, коли з'явилися сходи і позначилися рядки. Якщо ґрунтові гербіциди внесені, цей агрозахід не проводять.

Культиватори КРД-5,4 і УСМК-5,4 оснащують односторонніми і двосторонніми підрізаючими лапами, захисними дисками, що розпушують ґрунт на 3-4 см, а ротаційні батареї в зоні рядків – на 1,5-2,5 см. Швидкість руху агрегату 5-5,5 км/год.

Формування оптимальної густоти необхідно проводити при появі першої пари справжніх листків і закінчувати не пізніше фази утворення третьої пари, використовуючи для цього поперечний або вздовжрядний механізований проріджувач.

На посівах з міжряддями 60 см густоту в рядках формують проріджувачами УСМП-5,4. Кращий ефект досягається, коли на одному погонному метрі рядка налічується 8-12 рослин, а довжина букетів становить від 5 до 15 см. Якщо налічується 12 і більше рослин, застосовують поперечне проріджування (**букетування**). Його проводять в посівах з міжряддями 60 і 70 см культиваторами, обладнаними односторонніми підрізаючими лапами для нарізання букетів та шестидисковими ротаційними батареями (РБ) для розпушування ґрунту в букетах. Схема букетування в посівах з міжряддями 60 см така: виріз 8,5 см – букет 6,5 см; виріз 8,5 см – букет 11,4 см. З міжряддями 70 см більш ефективною схемою є: виріз 20 см – букет 20 см; виріз 8,5 см –

букет 14,8 см.

Розпушують міжряддя перед змиканням листя в рядках на глибину 4-6 см і одночасно підгортають рослини культиваторами з розпушувальними лапами і підгортачами (КРН-5,2 і КРН-5,3). Висота гребенів 2-3 см, швидкість руху агрегатів 5-6 км/год. Другий раз підгортають також до змикання листя в рядках культиваторами, обладнаними підгортачами та долотами. Глибина розпушування підгортачами 12-14 см, долотами – 8-10 см, захисна зона 12-13 см.

Якщо добрива внесли під оранку, то кормовий буряк підживлюють не пізніше змикання листя в рядках. Тверді мінеральні добрива вносять культиваторами-рослинопідживлювачами, які обладнані туковисівачими апаратами, лапами для підживлення і розпушування. Глибина розпушування ґрунту звичайними лапами 10-12 см, односторонніми – 4-5 см.

Захист посівів від бур'янів. При змішаному, найбільш поширеному типі забур'яненості, під передпосівну культивацію на вирівняну поверхню вносять один з базових гербіцидів: тіллам – 3,5-5,0 кг/га (по препарату), дуал-голд – 1,6-2,6 л/га; фронт'єр – 1,1-1,7 л/га.

Обприскування посівів проти шкідників починають з появою сходів. Проти довгоносіка і бурякової блішки застосовують карате, базудин, круїзер та інші інсектициди. Останній термін проведення цього агрозаходу – змикання листя у рядках.

Збирання врожаю кормових буряків потрібно закінчити до приморозків, бо пошкоджені морозами корені при зберіганні швидко загнивають.

Збирати гичку починають, коли у 30-40% рослин відмічається сильне пожовтіння та усихання нижніх листків, проглядаються міжряддя. Її зрізують гичкозбиральною машиною, висота черешків повинна становити 50 мм. Збирання коренеплодів варто починати через 3-4 дні після зрізування гички. Кращими строками є друга половина вересня – початок жовтня. Якщо вирощують декілька сортів, в першу чергу збирають кормові, а потім напівцукрові.

На посівах із густотою рослин 90-110 тис./га доцільно застосовувати коренезбиральні машини Дніпропетровського комбайнового заводу МКК-6 (МКК-4), РКС-4 з пристроєм, а також коренезбиральну машину МКР-2,3. При густоті рослин 70 тис./га і менше – ККГ-1,4 та СКД-2 і інші, тому що на зріджених посівах ефективність збирання МКК-4, РКС-4, МКР-2,3 різко знижується.

Викопані коренеплоди зберігають у кагатах. Для тимчасового зберігання їх складають у купи масою близько 1 т і вкривають землею.

Турнепс (*Brassica rapa*)

Турнепс вирощують переважно на Поліссі і в західних областях республіки в умовах помірного клімату й достатнього зволоження. Зважаючи на те, що турнепс має короткий вегетаційний період (80-100 днів) і переносить осінні приморозки до 5-6°C, його вирощують у післяукісних та післяжнивних посівах. Коренеплоди з літніх посівів зберігаються краще, ніж з весняних.

Цінною біологічною особливістю турнепсу є здатність давати високі врожаї на важких суглинкових і кислих підзолистих ґрунтах. Проте кращими для нього є легкі суглинкові та супіщані опідзолені ґрунти.

За високого рівня агротехніки збирають по 600–1000 ц/га коренів турнепсу.

Турнепс найменш вибагливий до родючості ґрунту серед коренеплодів. Він відноситься до родини капустяних (*Brassicaceae*) і є перехреснозапильною рослиною.

Технологія вирощування

В Україні районовано лише один **сорт турнепсу** – Волинський ранній круглий. Вирощують його в усіх областях поширення цієї культури (Волинській, Житомирській, Львівській, Рівненській, Івано-Франківській, Тернопільській, Хмельницькій та Чернігівській).

Попередники. Кращими попередниками для турнепсу є удобрені озимі зернобобові, картопля.

Обробіток ґрунту такий самий, як і під інші коренеплоди: післяжнивне лущення і глибока зяблева оранка на глибину 22-25 см, а на підзолистих ґрунтах з неглибоким орним шаром – на повну його глибину. Весняна підготовка ґрунту полягає в боронуванні та культивуванні.

Удобрення. Обов'язкове внесення під оранку гною або компостів з розрахунку 30-40 т/га і повного мінерального добрива (60-90 кг/га д. р. NPK).

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Для підвищення енергії проростання насіння коренеплодів піддають повітряно-тепловій обробці, витримуючи його на відкритому повітрі 3-5 днів, під навісом – 5-7, у сховищі – 10-15 днів. За 2-3 дні до сівби його протруюють.

Сіють турнепс одночасно з ранніми ярими, а також у літні строки як післяукісну культуру. Спосіб сівби широкорядний з міжряддями 45 см. Норма висіву насінин – 4-5 кг/га, а при повторній культурі – на 15-20% і більше. Насіння загортають на глибину 2-3 см.

Догляд за посівами полягає в поперечному боронуванні після появи сходів і кількох поздовжніх рихленнях.

Для знищення земляної блішки, сходи турнепсу обпилюють миш'яковокислим кальцієм нормою 6-8 кг/га або іншими препаратами.

Важливим агротехнічним прийомом з догляду за посівами є їх проріджування. Мета його – зберегти на час збирання оптимальну густоту рослин на площі, яка для турнепсу становить 80-100 тис/га. Проріджують посіви турнепсу у фазі 2-3 листків. Відразу після проріджування, посіви підживлюють мінеральними добривами ($N_{15}P_{20}K_{20}$) і розпушують ґрунт у міжряддях, одночасно заробляючи добрива на глибину 10-12 см. Дальший догляд за посівами полягає в 1-2 розпушуваннях міжрядь, боротьбі з шкідниками та хворобами коренеплодів.

Збирання врожаю і кагатування треба закінчити до настання приморозків. Температура в добре вентиляованих кагатах повинна бути в межах 1-3°C.

Морква (*Daucus carota* L.)

Морква – це дворічна рослина, що належить до родини зонтичних або селерових (Umbelliferea), має високий вміст вітамінів, каротину. В коренеплодах моркви виявлено майже всі відомі нині вітаміни. В них міститься велика кількість легкоперетравних вуглеводів (до 9%), мінеральних речовин, особливо кальцію і фосфору.

Згодовують коренеплоди тваринам, звичайно, у свіжому, рідше – в засилосованому вигляді.

Морква має важливе агротехнічне значення. Вона є добрим попередником у сівоzmіні для наступних культур. Моркву вирощують практично у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. У Вінницькій області площі посіву моркви досягають 121,8 га.

Вона є перехреснозапильною рослиною. Тривалість вегетаційного періоду в перший рік життя коливається від 80-100 днів у ранніх сортів до 120-140 – у пізніх.

Біологічні особливості. Морква краще, ніж буряки, витримує

заморозки. Насіння її проростає при температурі 2-4°C, сходи витримують заморозки до мінус 4°C. Вона добре витримує також підвищені літні температури, порівняно посухостійка, але добре реагує на поливи. Не витримує великих опадів наприкінці літа, бо її коренеплоди при цьому розтріскуються і погано зберігаються.

Технологія вирощування

Сорти кормової моркви – Бірючукська 4145, Шантане Сквирська, Шантане 2461, Вітамінна 6.

Попередники. Вирощують моркву як у польових, кормових, так і в овочевих сівоzmінах. Кращими попередниками для моркви в польових сівоzmінах є озимі й зернобобові культури, рання картопля; в кормових – озимі на зелений корм, кукурудза на зелений корм і силос; в овочевих – бобові, рання капуста, огірки, цибуля, помідори.

Обробіток ґрунту. При розміщенні моркви після овочевих або пізніх силосних та інших сільськогосподарських культур, ґрунт відразу після їх збирання орють без попереднього лушення. Після зернових, зернобобових культур і трав проводять лушення на площах з однорічними бур'янами на глибину 6-8 см. При наявності пирію поле двічі дискують на глибину 10-12 см. На площах, засмічених осотом, проводять дискування на глибину 6 см, з наступним лушенням лемішними плугами на глибину 10-12 см. Хороший результат дає напівпаровий обробіток ґрунту після стерньових попередників, який передбачає дискування стерні на глибину 6-8 см, ранню оранку – на 28-30 см, дискування зябу на глибину 7-9 см і його культивування – на 10-12 см. Навесні проводять закриття вологи та культивування на глибину 6-8 см. Перед сівбою ґрунт коткують.

Удобрення подібне до удобрення кормових буряків. Мінеральні добрива: азотні 40-60 кг/га, фосфорні 60-120 кг/га, калійні 60-120 кг/га. Понад 1/2 або 2/3 частини мінеральних добрив, переважно фосфорних і калійних, вносять під зяб і таку саму кількість азотних – під весняну культивування, Р₁₀ – в рядки, решту РК – в підживлення (після проріджування рослин). Вносять також мікроелементи (мідь, бор, марганець та ін.). Кислі ґрунти вапнують.

Підготовка насіння до сіви. Перед сівбою насіння моркви калібрують, обігрівають, протруюють та ін. Калібрування потрібне для того, щоб відібрати для сіви більш крупні фракції (більше 2 мм). Для підвищення енергії проростання, насіння моркви піддають повітряно-

тепловій обробці, витримуючи його на відкритому повітрі 3-5 днів, під навісом – 5-7, у сховищі – 10-15 днів. За 2-3 дні до сівби його протруюють.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Норма висіву моркви при широкорядній сівбі 4,5 кг/га, стрічковій – 6 кг/га, широкосмуговій 6-8 кг/га, суцільній рядковій – 10 кг/га. При сівбі моркви під зиму норми висіву збільшують на 25-30%. Глибина загортання насіння моркви 2,5-3 см, на важких ґрунтах – 1,5-2 см. Строки сівби ранні, при настанні фізичної стиглості ґрунту.

Догляд за посівами. Першим прийомом догляду за коренеплодами є післяпосівне коткування. Через 4-6 днів після сівби проводять досходове боронування, під час якого на посівах моркви вносять гербіциди (прометрин 1,5 - 2,5 кг/га, лінурон 1,5-3 кг/га). Важливим агротехнічним прийомом по догляду за посівами є їх проріджування. Мета його – зберегти на час збирання оптимальну густоту рослин на площі. Для моркви при широкорядній і стрічковій сівбі вона становить 300-350 тис./га, широкосмуговій – до 700 тис/га.

Дальший догляд за посівами полягає в 1-2 розпушуваннях міжрядь, боротьбі з шкідниками та хворобами коренеплодів.

Збирання врожаю. Збирають моркву у фазі технічної стиглості, використовуючи переобладнані картопле- і бурякокомбайни, різні копачі та спеціальні копачі для викопування коренеплодів (ККГ-1,4).

Зберігають коренеплоди поблизу тваринницьких ферм у траншеях, буртах, спеціальних сховищах. Температура в період зберігання має бути 0-2°C.

Бруква (*Brassica napus rapifera*)

За кормовою характеристикою і вмістом сухих речовин (11,4%) бруква не поступається кормовим бурякам. Бруква відноситься до родини капустяних (Brassicaceae).

Бруква – високоврожайна, холодостійка культура, менш вибаглива до ґрунтів, ніж інші коренеплоди. **Бруква**, краще за інші коренеплоди, витримує сильні осінні заморозки, її корені й листя гинуть тільки при мінус 8-9°C. Бруква добре росте і розвивається в прохолодне літо з туманами, росами та частими дощами. Насіння брукви починає проростати при температурі 2-3°C, а сходи витримують зниження температури до мінус 5-6°C. Це вологолюбна рослина, має тривалий вегетаційний період у перший рік життя (130-150 днів). Високі врожаї

брукви (50-60 т/га) отримують на добре зволжених суглинкових ґрунтах, які багаті органічними речовинами.

В перший рік життя утворюються коренеплоди стисло-округлої форми з щільною м'якоттю жовтого або білого кольору і листки темно-зеленого кольору. На другий рік при висадці коренеплодів утворюються стебла з суцвіттями. Плід – багатонасінний стручок з темно-бурим насінням.

Кормова бруква дає високий вихід кормових одиниць з 1 га посівної площі. Так, при врожаї коренеплодів 600 ц/га і гички 150-160 ц/га, отримують 90-110 ц/га корм. од.

Технологія вирощування

Попередники. Кращими попередниками для брукви в польових і кормових сівозмінах є озимі й зернобобові культури, буряки; в овочевих – цибуля, помідори, огірки.

Обробіток ґрунту. Бруква добре реагує на ранню глибоку зяблеву оранку.

Удобрення. На формування високого врожаю, бруква потребує великої кількості поживних речовин. Так, з урожаєм 60 т/га вона виносить з ґрунту 160 кг азоту, 45 кг фосфору, 200 кг калію і 120 кг кальцію. На 1 га рекомендується вносити 30-40 т/га гною, $N_{90-120}P_{60-70}K_{90-120}$. Кислі ґрунти необхідно вапнувати.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Бруква – культура ранніх строків сівби. Ранні посіви менше пошкоджуються шкідниками. Спосіб сівби – широкорядний з міжряддям 45 або 60-70 см. Дрібне насіння висівають з баластом – дрібною фракцією гранульованого суперфосфату в співвідношенні 9 кг суперфосфату на 1 кг насіння. Норма висіву 3-4 кг/га. Глибина заробки насіння 2-3 см. Оптимальна передзбиральна густота – 75-90 тис./га.

Вирощувати брукву можна і розсадним способом. Добре сформовану розсаду (4-5 листків) висаджують у ґрунт.

Догляд за посівами. Догляд за посівами включає коткування кільчасто-шпоровими котками, боронування легкими бородами, рихлення міжрядь (2-3 рази), проріджування і підживлення.

Збирання. Збирають брукву за допомогою картоплезбиральних комбайнів. Коренеплоди брукви заглиблюються в ґрунт лише на 1/3-1/2, що значно покращує збирання.

Гібридна бруква (куузику)

Гібридну брукву (куузику), що належить до родини хрестоцвітих (капустяних), отримано в Естонському інституті землеробства і меліорації, схрещуванням брукви з кормовою капустою. Куузику – високоврожайна і досить поживна культура: 100 кг коренів її відповідають 8-11 кг кормових одиниць і містять 1,0-1,2 кг перетравного протеїну. Куузику – цінний корм для дійних корів та молодняка. У господарствах при весняних строках садіння збирають по 500-600 ц/га коренеплодів і 200 ц/га листя гібридної брукви.

Біологічні особливості. Гібридна бруква – вологолюбна та холодостійка культура, добре росте на різних типах ґрунтів. Дуже чутлива до органічних і мінеральних добрив, потребує на початку вегетації ретельного догляду, особливо при безрозсадному способі вирощування.

Технологія вирощування

Вирощують куузику розсадним або безрозсадним способом. Розсаду вирощують на теплих грядках, як і розсаду капусти. Садять її з міжряддями 50-60 і відстанню між рослинами в рядках 35-40 см. При розсадному способі вирощування, високі врожаї куузику мають і з післяукісних посівів. При безрозсадному способі вирощування, сівбу починають у перші дні весняних польових робіт. Висівають куузику широкорядним способом з шириною міжрядь 50-60 см. Норма висіву насіння 400-500 г/га.

Догляд за посівами куузику такий самий, як і за посівами звичайної брукви. **Збирають куузику** звичайно в жовтні. Коренеплоди для зимового зберігання кагатують у наземні бурти так само, як і кормові коренеплоди.

Питання для самоконтролю:

1. Народногосподарське значення та представники коренеплідних рослин.
2. Цукрові буряки. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
3. Кормові буряки. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
4. Значення “цвітухи” та “упрямців” у вирощуванні цукрових

буряків, причини їх появи.

5. Турнепс. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

6. Морква. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

7. Бруква. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

8. Куузику. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

9.3. Бульбоплоди

У світі з бульбоплідних рослин вирощують картоплю, батат, або солодку картоплю, маніок, ямс, таро, топінамбур, або земляну грушу.

Найпоширенішою у світі є **картопля**, яку культивують у Північній і Південній Америці, Європі й Азії, Африці та Австралії.

Батат (солодка картопля) – багаторічна рослина з повзучими стеблами до 5 м завдовжки. У ґрунті утворює потовщені бічні корені – бульби з білою м'якоттю. Урожай бульб сягає 70-100 ц/га. Маса однієї бульби – від 0,5 до 4,5 кг і навіть 25 кг. Належить до родини в'юнкових. Поширений в Африці, Індії, Китаї, Японії, Південній Америці, в південно-східних районах США. В СНД незначні площі батата розміщені в субтропіках Кавказу (Сухумі), Середній Азії (Туркменія). В їжу бульби вживають вареними, печеними, тушкованими та в іншому вигляді.

Маніок належить до родини молочайних. Це багаторічна чагарникова рослина (до 3 м заввишки). На бічних коренях утворює великі (до 1,5 кг) веретеноподібні бульби. З них готують оладки, галушки, якими замінюють хліб, картоплю. Поширений в Індії, Африці (Конго, Нігерія та ін.), Індонезії, Південній Америці.

Ямс походить з родини діоскорейних. Це однорічна трав'яниста рослина, утворює кореневі потовщення – бульби, маса яких досягає 50 кг. Їдять їх у вареному вигляді (за смаком нагадує бульби картоплі). Бульби сушать і виготовляють з них борошно. Поширений в Африці, Центральній і Південній Америці, Азії.

Таро – з родини ароїдних. Це багаторічна трав'яниста рослина. Бульби утворюються на кінцях кореневищ. Маса бульби до 4 кг. Вживають бульби вареними (супи), смаженими, готують з них вафлі, печиво, торти. Поширене в Азії (Китай, Японія, Індія), Індонезії, Африці.

Картопля (*Solanum tyberosum* L.).

На території України з бульбоплідних рослин культивується картопля та соняшник бульбистий (топінамбур).

Картопля – одна з найважливіших сільськогосподарських культур, що має важливе продовольче, кормове та технічне значення.

З середини 90-х років XX століття виробництво товарної картоплі з колективних господарств почало переходити в приватний сектор.

Сучасна

світова площа картоплі – близько 18-29 млн. га. Вирощують її у 130 країнах світу. Найбільші посівні площі в європейських країнах – до 13 млн. га. В СНД насадження картоплі займають 6-6,3 млн. га. Найбільше поширена вона в Нечорноземній зоні Російської Федерації, у Білорусії та Україні. В Україні площі під картоплею становлять 1,5-1,6 млн. га. Основні масиви їх розміщення на Поліссі – близько 60% та в Лісостепу – 30% загальної площі, решта припадає на Степ. На території Вінницької області площі посадки картоплі досягають 102,2 тис. га.

Продовольче використання картоплі пов'язане з високим вмістом в її бульбах крохмалю (14-25%), а також до 1,5-2% білків, 0,8-1,0% клітковини, наявністю вітамінів А, С, В₁, В₂ тощо. За вмістом деяких вітамінів картопля перевищує ряд овочевих культур. Крохмаль картоплі легко засвоюється організмом, а її білки за біологічною повноцінністю переважають білки інших культур, у тому числі озимої пшениці. Бульби багаті на вітаміни В, РР, каротиноїди. У зимовий період картопля є головним продуктом харчування і джерелом вітаміну С.

Вживають картоплю в їжу у вигляді різних страв, яких лише в європейській кухні налічується понад 200. Проте у складі бульб, особливо позеленілих, містяться отруйні речовини (соланін). І хоч вони під час варіння значною мірою розкладаються, все ж при їх вмісті понад 0,01% краще бульби не вживати в їжу, а використовувати для технічних потреб.

З одиниці площі картопля дає значно більше поживних речовин, ніж овочеві, та перевищує їх за калорійністю. У тваринництві картоплю згодовують великій рогатій худобі, свиням та ін. Бульби картоплі широко використовуються для годівлі тварин у сирому та запареному вигляді. Мають певне значення силос із зеленого бадилля (картоплиння) та відходи промислової переробки бульб – барда, жмаки та ін. За поживністю 100 кг сирих бульб оцінюються 29,5 к. од., силосу – 8,5, сушених жмаків – 52 к. од.

Картоплю використовують при лікуванні атеросклерозу, недостатності кровообігу, гіпертонії, ниркової недостатності, гострих респіраторних захворювань, опіків, підвищеної кислотності шлункового соку.

При вирощуванні картоплі на корм, вихід кормових одиниць з 1 га може перевищувати 5-6 тис.

Під час використання картоплі, як продукту харчування і корму для тварин, не слід забувати, що в шкірці бульб є отруйний алкалоїд – **соланін**. Його кількість збільшується, коли бульби зеленіють або

проростають. Соланін легко руйнується під час термічної обробки бульб.

Картопля має значення і як технічна культура. Вона використовується на виробництво крохмалю, декстрину, патоки, глюкози, спирту. З 1 тони бульб можливо виробити 170 кг крохмалю або 80 кг глюкози, 110 літрів спирту, 55 кг вуглекислоти, 160 кг декстрину, або 65 гідролу.

Батьківщиною картоплі є Південна і Центральна Америка, на території якої ще 14 тис. років тому почали її культивувати. Виділяють первинний Перуано-Болівійський та вторинні Чілійський і Мексиканський центри походження. У цій частині світу відомо більше 170 видів картоплі і лише 17 з них є культурними. Найбільшого ж поширення на Земній кулі набули два види – **андійський** (*Solanum andigenum*) і **європейський**, або чілійський, (*Solanum tuberosum*). До останнього виду картоплі належать всі вітчизняні сорти.

У Європу картопля потрапила в середині XVI ст. Поширення картоплі в господарствах України та Росії пов'язане з іменем Петра I.

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) багаторічна трав'яниста рослина родини пасльонових (*Solanaceae*). В умовах помірного клімату і в культурі вирощується як однорічна культура. Щороку висаджують бульби, з яких протягом одного вегетаційного періоду одержують урожай нових стиглих бульб. Можна вирощувати картоплю також з насіння, що застосовується переважно у селекційній практиці. Усі сорти картоплі тетраплоїдні ($4n=48$).

Коренева система може бути мичкуватою або стрижневою. Під час розмноження картоплі бульбами формується мичкувата коренева система, а насінням – стрижнева. Корені проникають у ґрунт на глибину 1,5 м.

Стебло прямостояче висотою від 0,5 до 1,5 м, галузиться, ребристе. Картопля утворює кущ з 4-8 стебел. З видозмінених підземних пагонів (столонів) утворюються бульби. Поверхня бульби вкрита вторинною покривною тканиною – корком, на поверхні якого багато невеликих отворів, так званих сочевичок, і вічок. Кожне вічко має три-чотири і більше бруньок.

У **бульбі** розрізняють верхівку, яка є кінцем, що росте, протилежну частину – пуповинний, або стелонний, кінець. Розрізняють також верхній більш опуклий і нижній плоскіший боки бульби. Форма бульб буває різною – видовженою, овальною, округлою та ін. Забарвлення – біле, жовте, рожеве, червоне, синє. М'якуш – білий, жовтий, червоний, синій. Форма бульби та її забарвлення, поряд з іншими характеристиками, є сортовими ознаками культури. На використанні бульб та їх

частин, як садивного матеріалу, ґрунтується вегетативне розмноження картоплі.

Листки картоплі черешкові переривчасто-пірчасто-розсічені. В їх будові виділяють долі, дольки і долечки. Особливості будови листка є характерною ознакою кожного сорту картоплі.

Квітки картоплі п'ятиріного типу самозапильні, зібрані в суцвіття завиток. Забарвлення пелюсток різне – від білого до фіолетового та рожевого. **Плід** – м'ясиста багатонасінна ягода. **Насіння** дрібне, плескате. Маса 1000 насінин близько 0,5 г.

Основними **фазами росту** картоплі є: сходи, бутонізація, цвітіння, бульбоутворення і відмирання картоплиння. Фаза **сходів** настає під час появи на поверхні ґрунту проростків. Залежно від сорту і умов росту фаза сходів настає через 15-22 дні після садіння. Через деякий час на верхівках стебел картоплі утворюються суцвіття, які мають бутони. Це і є **фаза бутонізації** рослин. Після розкривання бутонів настає **фаза цвітіння**. **Фазу бульбоутворення** відмічають тоді, коли на підземних пагонах – столонах починають утворюватись потовщення, які перетворюються в бульби (табл. 66).

66. Стадії розвитку картоплі (розвиток бульб)

Код		Стадії
Двоциф- ровий	Трьоциф- ровий	
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ		
00	000	Бульба в спокої, не проросла
01	001	Проростки (< 1 мм)
02	002	Проростки загострені, максимально до 2 мм
03	003	Кінець спокою, проростання, проростки 2...3 мм
05	005	Початок коренеутворення
07	007	Початок росту пагону
08	008	Ріст пагонів: утворення нижніх листків
09	009	Сходи: проростки пробиваються через поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ		
10	100	Поява листків
11	101	Формування 1-го листка (>4 см) на головному пагоні
12	102	Формування 2-го листка (>4 см) на головному пагоні
13	103	Формування 3-го листка (>4 см) на головному пагоні
1...	10...	Продовження росту до...
19	109	Сформувався 9-й листок (>4 см) на головному пагоні
	110	Сформувався 10-й листок (>4 см) на головному пагоні

	11... 121 122 12... 131 13... 1XN	Продовження росту до... Формування 1-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 2-го порядку Формування 2-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 2-го порядку Продовження росту до... Формування 1-ого листка (> 4 см) апікальні розгалуження 3-го порядку Продовження росту до... Формування X-го листка (> 4 см) апікальні розгалуження N-го порядку
МАКРОСТАДІЯ 2: УТВОРЕННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ		
21 22... 2... 29	201 202 22... 209	Утворення 1-ого базального бічного пагона (>5 см) Утворення 2-ого базального бічного пагона (>5 см) Продовження утворення бічних пагонів Сформувався 9-й і більше базальних пагонів
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ ГОЛОВНОГО ПАГОНА В ДОВЖИНУ (ЗМИКАННЯ СТЕБЛОСТОЮ)		
31	301	Початок змикання стеблостою: 10% рослин сусідніх рядків змикаються
33 39	303 309	30% рослин сусідніх рядків змикаються Змикання стеблостою: 90% рослин сусідніх рядків змикаються
МАКРОСТАДІЯ 4: УТВОРЕННЯ БУЛЬБ		
40 43 45 47 48 49	400 403 405 407 408 409	Початок утворення бульб: набрякання перших кінчиків столонів удвічі більше їхнього діаметра 30% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті 50% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті 70% максимальної видо- або сортоспецифічної маси бульб досягнуті Маса бульб досягнута максимуму Шкірка бульб ще не огрубіла Шкірка стирається великим пальцем. Бульби легко відриваються від столонів Бульби мають шкірку з механічною щільністю: у 95% бульб шкірка на верхньому кінці бульби не стирається великим пальцем

МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЯВА ЗАКЛАДОК КВІТОК		
51	501	Квіткові бруньки 1-ї закладки квіток (головний пагін) помітні (1...2 мм)
55	505	Квіткові бруньки 1-ї закладки квіток (головний пагін) мають розмір 5 мм
59	509	Перші квіткові пелюстки помітні, ясно відрізняються від чашолистків
	521	Квіткові бруньки 2-ї закладки квіток (2-го порядку) помітні (1...2 мм)
	525	Квіткові пагони 2-ї закладки квіток мають розмір 5 мм
	529	Перші квіткові пелюстки 2-ї закладки квіток помітні
	531	Квіткові бруньки 3-ї закладки квіток (3-го порядку) помітні (1...2 мм)
	535	Квіткові пагони 3-ї закладки квіток мають розмір 5 мм
	539	Перші квіткові пелюстки 3-ї закладки квіток помітні
	5N	Розвиток n-закладки квіток
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ		
60	600	Перше відкриття квіток
61	601	Початок цвітіння: 10% квіток 1-го суцвіття (головний пагін) відкриті
65	605	Повне цвітіння: 50% квіток 1-го суцвіття відкриті
69	609	Кінець цвітіння першого суцвіття
	621	Початок цвітіння: 10% квіток 2-го суцвіття (2-го порядку) відкриті
	625	Повне цвітіння: 50% квіток 2-го суцвіття відкриті
	629	Кінець цвітіння 2-го суцвіття
	631	Початок цвітіння: 10% квіток 3-го суцвіття (3-го порядку) відкриті
	635	Повне цвітіння: 50% квіток 3-го суцвіття відкриті
	6N	Розвиток квіток n-суцвіття
	6N9	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ		
70	700	Перші ягоди видно
71	701	10% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру
75	705	50% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру або обсіпалися
79	709	90% ягід 1-го супліддя майже досягли остаточного розміру або обсіпалися

	721	10% ягід 2-го супліддя (2-го порядку) майже досягли остаточного розміру
	7N	Розвиток n-супліддя
	7N9	Майже всі ягоди досягли остаточного розміру або обсіпалися
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ		
81	801	Ягоди 1-го супліддя (головний пагін) ще зелені, насіння світле
85	805	Ягоди 1-го супліддя (головний пагін) забарвлені від блідо-жовтого до блідо-бурого
89	809	Ягоди 1-го супліддя (головний пагін) в'ялі, насіння прийняли сортотипове темне забарвлення
	821	Ягоди 2-го супліддя (2-го порядку) ще зелені, насіння світле
	8N	Дозрівання плодів і насіння n-супліддя
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ		
91	901	Початок пожовтіння й посвітління листків
93	903	Багато листків пожовкли
95	905	50% листів бурого кольору
97	907	Листки й стебла відмерли, стебла вицвілі й сухі
99	909	Збирання (бульби)

Ріст картоплі закінчується у **фазу в'янення** та відмирання картоплиння. Пізні сорти зберігають зелене листя аж до приморозків. Настання фаз росту залежить від погодних умов, а також тривалості вегетаційного періоду сорту картоплі.

Біологічні особливості. Для нормального росту і розвитку картопля потребує помірного і вологого клімату. Бульби проростають за **температури 5-7°C**. Сходи гинуть під час заморозків мінус 1-2°C. Оптимальна температура для росту 18-20°C. Якщо тривалий час стоїть спекотна погода (температура понад 30°C), то бульби не утворюються. В умовах високої температури якість бульб погіршується, вони передчасно старіють, а після випадання дощів з їхніх вічок починають рости столони, на яких утворюються нові бульби. Тому для утворення бульб оптимальною є температура ґрунту близько 20°C, за якої асиміляція вуглецю відбувається найбільш інтенсивно. Після формування бульб рослинам потрібна температура ґрунту 15-18°C. Ці особливості покладені в основу боротьби з виродженням картоплі за допомогою літнього садіння.

Картопля – **світлолюбива** рослина довгого дня. В умовах довгого

світлового дня інтенсивно росте надземна частина, а за короткого – переважає бульбоутворення.

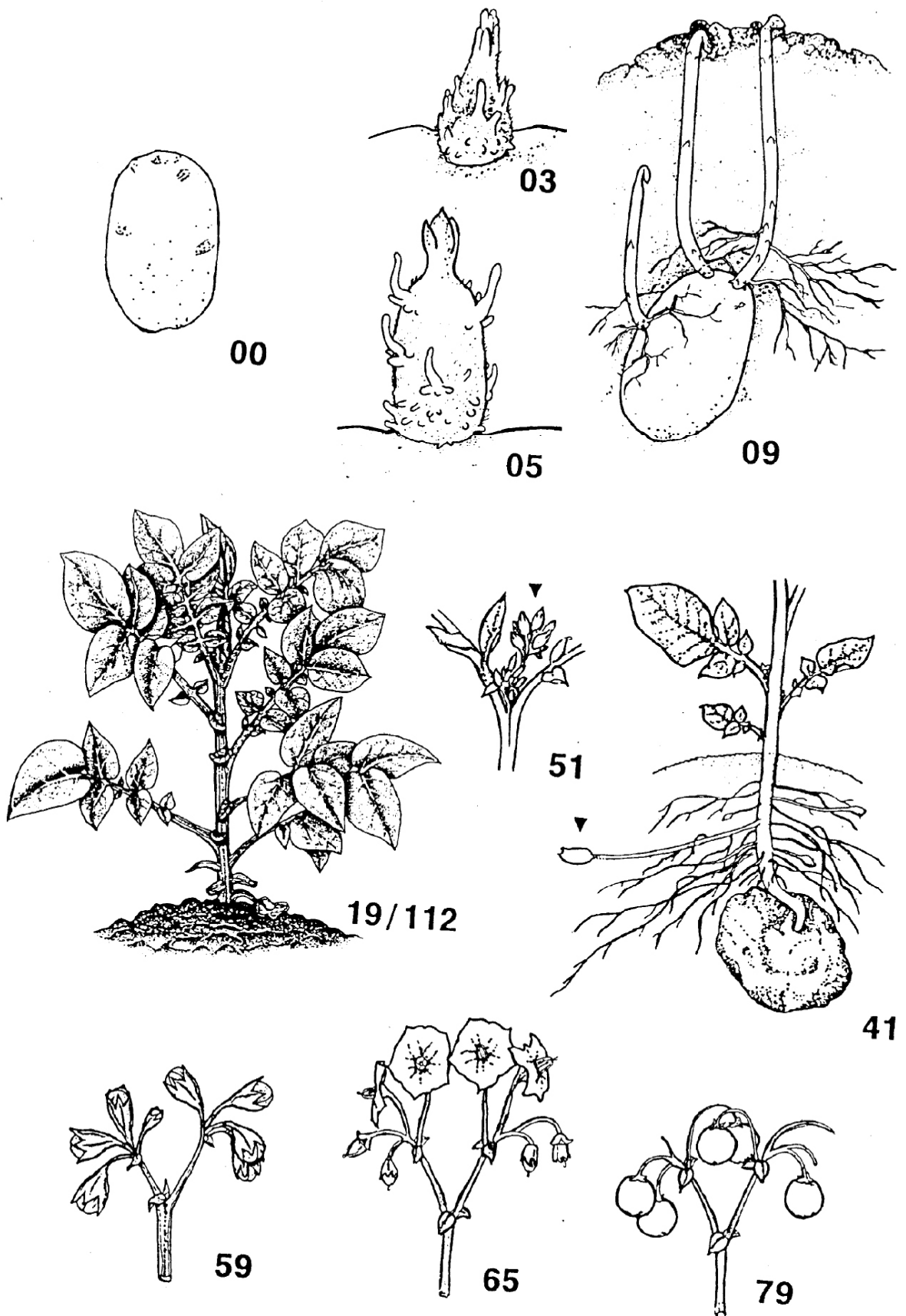


Рис. 29. Стадії розвитку картоплі.

Картопля – **вологолюбива** культура. Особливо висока чутливість до нестачі вологи спостерігається в період бульбоутворення. Протягом вегетаційного періоду потреба рослин у волозі змінюється. У першій фазі росту картоплі потрібно значно менше вологи, ніж у період бутонізації, цвітіння та бульбоутворення. Проте, надмірна кількість опадів (вологи), саме у період бульбоутворення, призводить до розростання бульб і утворення на них наростів (діток), насамперед на передчасно достиглих бульбах. Оптимальна вологість ґрунту для картоплі становить 70-80% польової вологоємності. **Транспіраційний коефіцієнт** картоплі значною мірою залежить від метеорологічних умов і коливається в межах 300-600 г води на 1 г сухої речовини.

За своїми біологічними особливостями вона потребує хорошої аерації **ґрунту**, оскільки коренева система і столони поглинають багато кисню з ґрунтового повітря. У надмірно зволоженому, щільному ґрунті вміст кисню знижується до 2% і нижче, а вміст вуглекислоти зростає до такого рівня, що бульби задихаються і загнивають. Першою ознакою нестачі повітря є поява на поверхні шкірочки бульб (на сочевичках) білих горбочків. У таких випадках слід вжити заходів для поліпшення аерації – провести глибоке розпушування.

Картопля – культура “пухких” ґрунтів. Найпридатнішими для вирощування картоплі є вологі легкі супіщані або суглинисті **ґрунти**. Щільність ґрунтів для гарного росту і розвитку рослин повинна бути в межах 1-1,2 г/см³. На щільних, важких ґрунтах поява сходів затримується на 5-6 днів, рослини відстають у рості, мають меншу асиміляційну поверхню, знижується врожайність, а бульби деформуються, коренева система поверхнева і погано розвивається. Добрі урожаї картоплі дає на осушених торфових ґрунтах і чорноземах, які мають рН 5-6. Важкі карбонатні ґрунти мало придатні для картоплі.

Бульбоутворення у картоплі має свої особливості. Так, в умовах довгого світлового дня, за тривалої температури довкілля вище 29°C, а також слабкому освітленні і високих дозах азотних мінеральних добрив, бульбоутворення затримується. Висока температура є причиною не тільки припинення утворення бульб, але і прискорення дозрівання вічок на наявних бульбах, які проростають навіть до збирання урожаю або стають нежиттєздатними. Саме ці процеси, поряд з хворобами та низьким рівнем агротехніки, є причиною “**виродження**” картоплі, яке особливо часто проявляється в південних районах України.

Бульбоутворення в картоплі прискорюється в умовах короткого

світлового дня, за високої інтенсивності освітлення, зниженні температури та на помірному фоні мінерального живлення.

В процесі тривалого вирощування одного сорту картоплі може спостерігатися її **виродження** (стійке зниження врожайності). **Причини виродження картоплі наступні:** 1) накопичення вірусної інфекції в садивному матеріалі (картоплю пошкоджують 12 різних вірусів); 2) дія високих температур при нестачі вологи під час формування бульб (період цвітіння).

Методи оздоровлення садивного матеріалу: 1) створення в біолабораторіях методом культури тканин (метод меристем) здорового насіннєвого матеріалу; 2) вирощування насіннєвої картоплі у високогірних умовах (розріджене повітря забезпечує менші можливості для розвитку вірусів); 3) літні посадки картоплі (це дозволяє зміщувати строки цвітіння культури до більш пізніх, коли температури повітря на такі високі); 4) більш ранні строки викопування (не чекаючи відмирання бадилля, що не дозволяє проникнути інфекції з надземної частини рослин в бульби); 5) садіння картоплі на торфових ґрунтах (навіть при спекотній погоді торфові ґрунти не прогріваються вище 20°C); 6) видалення вражених вірусами рослин на насінних ділянках під час вегетації культури; 7) використання розчину стимуляторів (тіосечовина, гіберелін, роданистий калій, янтарна кислота); 8) недопущення заселення насаджень шкідниками – переносників інфекції.

Для підтримання врожайних властивостей сорту, потрібно проводити періодично сортооновлення (заміна насіння одного сорту на насіння цього ж сорту, але вищої репродукції – еліту або супереліту). Елітне насіння вирощують спеціальні насінні господарства.

Періодичність сортооновлення в різних зонах України неоднакова: **Степ** – щорічно; **Лісостеп** – раз в 2-3 роки; **Полісся** – раз в 5-6 років.

Технологія вирощування

Провідною установою в Україні, яка займається проблемами виведення сортів картоплі та їх вирощування, є Інститут картоплярства УААН зі своїми філіалами – Поліською і Чернігівською дослідними станціями.

Вибір сорту. В Україні зареєстровано понад 70 сортів картоплі. Залежно від напрямку використання їх ділять на 4 групи: столові,

кормові, технічні та універсальні. Найпоширеніші (70% посівних площ) столові сорти.

Столові – відзначаються високими смаковими якостями. Сприятливим співвідношенням білка й крохмалю як 1:12-1:16, підвищеним вмістом вітамінів. Придатні для механізованого очищення. Мають добру лежкість.

Кормові – повинні забезпечувати високий вихід кормових одиниць, бути високоврожайними з вмістом білка 2% і більше. Крохмалистість має становити 17-18%. Вміст сухих речовин високий.

Технічні – характеризуються підвищеним (18-25%) вмістом крупнозернистого крохмалю і сухих речовин. Кожний 1% крохмалистості дає можливість економити 30 кг бульб картоплі. Використовуються для виробництва спирту, крохмалю, чіпсів та ін. Найбільш придатні для виробництва чіпсів сорти з низьким вмістом редукованих цукрів (0,1-0,4%) – Зарево, Дзвін, Фантазія.

Універсальні – використовуються на різні цілі.

Залежно від тривалості **вегетаційного періоду** сорти діляться на: 1) **ранньостиглі** (70-80 днів) – Божедар, Бородянська рожева, Краса, Зов, Кобза, Повінь, Пролісок, Розаратаін; 2) **середньоранні** (80-90 днів) – Адретта, Берегиня, Водограй, Мавка, Малич, Невська, Обрій, Санте, Цезар та ін.; 3) **середньостиглі** (90-120 днів) – Горлиця, Західний, Либідь, Луговська, Слава, Явір та ін; 4) **середньопізні** (120-130 днів) – Воловецька, Дезіре, Зарево, Ракурс та ін.; 5) **пізньостиглі** (130-150 днів) – Древлянка, Ласунак, Темп.

У кожному господарстві рекомендується вирощувати 3-4 сорти: 30-35% площі відводять під ранні та середньоранні, 40-50% – під середньостиглі і 15-30% під середньопізні і пізньостиглі сорти.

Попередники. Картоплю, як просапну культуру, розміщують у польових, прифермських, кормових та овочевих сівоzmінах. Вона може давати добрі врожаї після різних попередників. Кращими попередниками є озимі зернові, зернобобові культури, однорічні і багаторічні трави, кукурудза на силос. У загальному ж, картопля не вибаглива до попередників за умови удобрення органічними добривами, а також добре росте в повторних посівах. Проте, беззмінне вирощування на одному і тому ж полі призводить до сильного розвитку хвороб, шкідників, з якими є значні проблеми і при дотриманні чергування культур. Навіть на родючих ґрунтах, при систематичному удобренні, врожаї картоплі при повторному вирощуванні неминуче зменшуються на 30% і більше. Тому повертати картоплю на попереднє місце в

сівозміні можна не раніше, ніж через 3-5 років. Картопля є одним з кращих попередників для озимих та ярих зернових, льону.

Обробіток ґрунту під картоплю повинен проводитись на високому агротехнічному рівні. Для нормального розвитку коренів, столонів, а пізніш і бульб, картопля вимагає достатньої аерації ґрунту. Оптимальною вважається об'ємна маса орного шару на суглинкових ґрунтах $1,2 \text{ г/см}^3$, на піщаних – $1,3\text{-}1,4 \text{ г/см}^3$. Щоб досягти таких показників, необхідно виконати такі операції: лушення стерні, оранку та передсадивну підготовку.

Лушення повинне забезпечувати належну глибину розпушення, повноту підрізання і подрібнення бур'янів, достатнє загортання післяжнивних решток та вирівнювання поверхні поля. Проводять його відразу після збирання зернових культур на глибину 6-8 см, для знищення багаторічних кореневищних і коренепаросткових бур'янів глибину лушення збільшують до 12-15 см.

У боротьбі з бур'янами на посівах картоплі можна застосовувати гербіциди. Висока ефективність гербіцидів досягається при дотриманні таких вимог: ретельна розробка поверхневого шару ґрунту до дрібногрудкуватого стану; належна глибина загортання бульб при садінні; вибір препарату з урахуванням видового складу і фази розвитку бур'янів.

Обробіток чорноземних ґрунтів у Лісостепу має свої особливості, їх необхідно орати на зяб. Як правило, навесні такі ґрунти дозрівають повільно, що затягує строки їх підготовки і садіння картоплі. Крім того, обробіток “неспілого” ґрунту призводить до різкого погіршення його фізичних властивостей, утворення брил і грудок, що унеможливорює застосування комбайнів при збиранні. Щоб уникнути цього, в Лісостепу на чорноземних ґрунтах всі операції з внесення добрив і підготовки ґрунту потрібно проводити з осені. У цій зоні особливо велике значення має нагромадження та збереження вологи в ґрунті, тому зяблева оранка є обов'язковим агротехнічним прийомом. Широкого застосування набуло садіння картоплі в попередньо сформовані гребені. Нарізають їх висотою 16-18 см культиваторами КРН-4,2 і КОР-4,2. Детальніше розглянемо роботу культиватора КРН-4,2. На культиватор закріплюють сім лап-підгортачів. Крайні підгортачі (маркери) встановлюють на глибину 5-6 см. Перший прохід роблять по віхі. Надалі тракторист водить трактор по крайній борозні і нарізує за кожний прохід чотири гребені, а три підгортачі йдуть повторно по нарізаних гребенях. При такій підготовці відсутні стикові міжряддя. На чорноземних ґрунтах нарізку гребенів бажано проводити з осені, після

зяблевої оранки, висотою 18-20 см.

Удобрення. Основними добривами під картоплю є органічні, доза внесення яких становить 30-50 т/га. Органічні добрива краще вносити з осені. В умовах сьогодення, коли не вистачає підстилкового гною, бажано широко застосовувати зелені добрива. Поряд з традиційними сидератами – люпин, озиме жито, ріпак, останнім часом для удобрення полів висівають гірчицю білу, гірчицю кормову, редьку олійну та суміші цих культур з горохом. Доведено, що використання сидератів під картоплю за ефективністю прирівнюється до внесення 30-40 т/га гною. До посіву приступають наприкінці липня, норма висіву гірчиці, редьки олійної – 20-25 кг/га. Приорюють сидерат в середині жовтня.

Для отримання високих урожаїв, необхідно застосовувати також і мінеральні добрива, середня доза яких в Україні становить $N_{100} P_{65} K_{110}$.

На ґрунтах з низькою забезпеченістю фосфором і калієм норми фосфорних і калійних добрив збільшують на 20-30 кг/га. Кращим способом внесення основного добрива під картоплю є локальний стрічковий, одночасно з садінням картоплі. Це дає можливість на 20-30% зменшити норму, в порівнянні з розкидним способом. Для локального внесення основного мінерального добрива слід використовувати саджалки КСМ-4, КСМ-6.

Крім основного внесення органічних і більшої частини мінеральних добрив, необхідними компонентами системи удобрення картоплі є внесення їх в ямки або гребені під час садіння – 10-20 кг/га азотних і 10-20 кг/га фосфорних добрив у діючій речовині, а також підживлення по 20-30 кг/га NPK або 5-6 т/га гноївки.

На підзолистих ґрунтах необхідно вносити борні, а на торфових і заплавлених – мідні мікродобрива.

Підготовка бульб до садіння. Високий врожай бульб можна одержати тільки за умови використання здорового, не ушкодженого хворобами і не виродженого насіннєвого матеріалу. Підготовка бульб до садіння включає перебирання і сортування, прогрівання або пророщування та за необхідності обробку захисно-стимулюючими препаратами. Бульби калібрують на три фракції: дрібну (25-50 г), середню (50-80 г) і велику (понад 80 г). Висаджують бульби за фракціями, при цьому норма висадки та глибина загортання залежить від розміру бульб. На продовольчі і насіннєві цілі слід висаджувати прогріті бульби, які на період садіння повинні мати пророслі вічка з довжиною паростка 2-3 мм. Для отримання раннього врожаю, необхідно проводити пророщування бульб впродовж 30-45 діб на світлі при температурі 14-16°C. На пророщування закладаються бульби

масою понад 60 г.

Строки садіння. Норма посадки картоплі. Розпочинають висаджувати картоплю при прогріванні ґрунту на глибині 10-12 см до 8-10°C. Спочатку для одержання ранньої продукції висаджують пророщені бульби ранніх сортів, потім садять картоплю на насінних ділянках і товарних площах.

Садять картоплю картоплесаджалками широкорядним способом з міжряддям 60-70 см. У районах достатнього зволоження використовують гребеневий спосіб садіння у попередньо нарізані гребені, а у посушливих – гладкий у борозни. Відстань між бульбами в рядку 20-25 см. Гребенева поверхня навесні краще прогрівається, менше ущільнюється опадами, сприяє поліпшенню газообміну в ґрунті, завдяки чому створюються оптимальні умови для рослин ще на початку вегетації. При цьому способі оптимальна висота гребенів 10-12 см, при площі поперечного перерізу 400-450 см³. Основними машинами для садіння картоплі цим способом є чотирирядна саджалка СН-4Б, а також КСМ-4 та КСМ-6.

При гребневому способі садіння бульби загортаються на 6-8 см від вершини гребеня, а на легких ґрунтах їх висаджують на 2-3 см глибше. За однакових умов дрібні бульби висаджують на 2-3 см мілкіше, порівняно з бульбами масою 50-80 г.

Важливою умовою одержання високих урожаїв є забезпечення оптимальної густоти насаджень: на період збирання у зоні Лісостепу на продовольчих посівах вона становить 45-50, на насінницьких – 50-55 тис. кущів на 1 га. У зв'язку з неповною схожістю та загибеллю частини рослин при догляді за ними, кількість бульб при садінні збільшують на 10-14%. Схеми садіння варіюють від 70х30 до 70х20 см.

Догляд за посівами розпочинають через 5-6 днів після садіння з боронування, яке через 6-7 днів повторюють. Після появи сходів ґрунт знову розпушують боронами. Коли рослини досягають висоти 5-6 см, проводять рядкове загортання кущів картоплі шаром ґрунту 2-3 см. Цей агротехнічний прийом дає змогу знищити сходи бур'янів у середині рядків, захистити рослини від приморозків та запобігти на деякий час ранньовесняному пошкодженню посівів колорадським жуком.

Подальший догляд посівів картоплі передбачає міжрядні культивації. Першу культивацію проводять на глибину 12-14 см. За висоти рослин 20-25 см культивують вдруге на глибину 10-12 см. Третю культивацію глибиною 10-12 см виконують перед змиканням рядків.

В районах достатнього зволоження другу і третю міжрядну культивуації поєднують з підгортанням кущів картоплі.

Для боротьби з бур'янами в посівах картоплі, крім агротехнічних заходів, використовують гербіциди (зенкор, симазин, тітус). Гербіциди також застосовують після садіння картоплі до появи сходів (зенкор 70% з. п.) та під час основного обробітку (раундап, ураган).

Захист картоплі від шкідників та хвороб. Хвороби і шкідники картоплі спричиняють значний недобір урожаю, зниження його якості та втрати під час зберігання. Боротьба з ними і шкідниками – один із основних резервів підвищення урожайності та поліпшення якості картоплі. При вирощуванні картоплі, особливо великої шкоди завдають фітофтороз і колорадський жук.

Фітофтороз – одна із найбільш поширених і небезпечних хвороб картоплі. При ураженні рослин, в результаті передчасного відмирання картоплиння, припиняється їх вегетація і нагромадження врожаю. В роки епіфітотії втрати врожаю картоплі від передчасного відмирання бадилля на Поліссі та в Лісостепу досягають 27-40%.

На посівах картоплі в боротьбі з колорадським жуком в 2009 р. дозволені для використання наступні препарати: актара 25 WQ в. ч.; арріво 25% к. е.; волатон 50% к. е.; децис 2,5 к. е.; децис форте 12,5% к. е.; дурсбан 480 48% к. е.; золон к. е.; конфідор 20% в. р. к.; моспілан 20% з. н.; номолт 15% к. е.; політрин 20% к. е.; сонет 105 к. е.; фастак 10% к. е.; фюрі 10% в. е. Останній строк оброблення препаратами – за 20 днів до збирання врожаю, крім таких препаратів як дурсбан 480, золон, номолт, сонет (за 30 днів), а моспілан – за 35 днів. Максимальна кількість обробок – два рази, а для конфідору та моспілану – один раз. Норми витрати робочої рідини 300 л/га.

В середині, а у вологі роки – на початку літа можливе ураження посівів фітофторозом. Найбільш ефективними для боротьби з фітофторозом є препарати системно-контактної дії: авіксіл 70% з. п. – 2,1-2,6 кг/га, акробат МЦ 69% з. п. – 2,0 кг/га, ридоміл голд МЦ 58% з. п. – 2,5 кг/га, танос в. ч. – 0,6 кг/га, ТАТТУ 55% н.с. – 3 л/га. Першу обробку фунгіцидами системно-контактної дії доцільно проводити у фазі бутонізації-цвітіння, а потім через 10-14 днів. Кількість обробок такими препаратами – не більше трьох.

Наступні обприскування, якщо в цьому є потреба, слід проводити препаратами контактної дії: антракол в. ч. – 1,5 кг/га, купроксат 34,5% к. е. – 3,0-5,0 л/га, хлорокис міді 90% з. п. – 1,5-3,0 кг/га, фольнан 50% з.

н. – 3,0 кг/га. При застосуванні контактних препаратів, повторні обробки проводять через кожні 7-8 днів. Закінчувати обробки слід за 20 днів до збирання урожаю. Норми витрат робочої рідини 300-400 л/га. У випадках, коли строки обробки проти колорадського жука і фітофторозу збігаються, можна проводити комбіновані обприскування. Для цього в робочу рідину інсектициду в потрібній кількості додають фунгіцид.

Збирання бульб картоплі розпочинають після відмирання бадилля, коли бульби дозріють, тобто шкіра на них перестає лущитися, за допомогою картоплезбиральних комбайнів. Для покращення роботи збиральної техніки, проводиться скошування бадилля. Краще збирати картоплю, коли температура ґрунту вища 10°C.

Викопану картоплю просушують, сортують та закладають на зберігання у кагати та підвальні приміщення. Зібраний урожай слід 2-3 тижні витримати в тимчасових кагатах, накритих соломною, що дає бульбам змогу пройти лікувальний період в сприятливих умовах. Після цього бульби сортують на фракції, видаляють хворі та ушкоджені й закладають на зберігання.

Продовольчу картоплю, в залежності від сорту, зберігають при температурі плюс 3-5°C, насінневу – 1-3°C. За вищої температури бульби всередині чорніють, в'януть і втрачають товарний вигляд. Чорніють вони також від механічних пошкоджень та під час вирощування картоплі на ґрунтах з високим вмістом нітратного азоту.

Земляна груша (топінамбур) (*Helianthus tuberosus* L.)

Топінамбур має досить високу кормову цінність для тваринництва. Він дає одночасно два види корму: надземну зелену масу, яку згодовують тваринам у свіжому вигляді або у вигляді силосу, та підземні соковиті бульби. Зелена маса топінамбура досить поживна – 100 кг її прирівнюють до 20-25 корм. од. Із зеленої маси цієї культури виготовляють також трав'яне борошно. Добрим кормом для тварин є силос із стебел і листя земляної груші, який за поживністю не поступається зеленій масі.

Бульби, у складі яких є багато цукру (16-20%), інуліну (2-5%), протеїну (0,5%), жиру (1,4-1,8%) та мінеральних поживних речовин, зокрема фосфору й заліза, є цінним кормом для свиней. Їх використовують також для виробництва спирту, винного оцту, кормових

дріжджів, у народній медицині. У європейських країнах (Франції, Білорусії та ін.) їх вживають у їжу так само, як бульби картоплі.

Земляна груша поширена в багатьох районах України. При належному її вирощуванні, урожайність бульб становить 200-300 ц, а зеленої маси – 300-500 ц з гектара.

Топінамбур відноситься до багаторічних рослин з родини айстрових (Asteraceae). За зовнішнім виглядом він подібний до соняшнику, його ще навіть деякі автори називають “кормовий соняшник”. Відмінність його полягає у меншому розмірі листків і суцвіть та утворенні на підземній частині стебла столонів, на яких розвиваються бульби.

Біологічні особливості. Земляна груша маловибаглива до умов вирощування, досить посухо- і морозостійка. Листки витримують зниження температури до мінус 3-4°C, а бульби при достатньому сніговому покриві – до мінус 25-30 °C. Топінамбур добре витримує високі температури, дає високі врожаї на різних ґрунтах, крім надмірно засолених, кислих та заболочених. Належить до рослин короткого світлового дня.

Технологія вирощування

Поширеними **сортами** земляної груші в Україні є: Вадим, Дієтичний, Інтерес, Київський білий, Находка, Новість, Віра.

Попередники. Земляна груша може рости на одному місці 5 і більше років. Вирощують її зазвичай на запільних ділянках, розташованих поблизу тваринницьких ферм, підряд 3-4 і більше років. Деякі господарства вводять земляну грушу в прифермські сівозміни. Після вирощування топінамбуру залишається велика кількість бульб, які є джерелом забур'янення.

Обробіток ґрунту та удобрення. Ґрунт під земляну грушу обробляють так само, як і під картоплю. Під основну оранку вносять 20-25 т/га, а на піщаних ґрунтах – 30-40 т/га гною, а також повні мінеральні добрива по 50-90 кг/га азоту, фосфору та калію. На кислих ґрунтах під основну оранку вносять вапнякові матеріали.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Садять бульби земляної груші восени й навесні, але кращі результати дає ранньовесняне садіння. Осіннє садіння забезпечує добрий врожай лише в районах з достатнім сніговим покривом.

Для садіння земляної груші використовують картоплесаджалки. Спосіб садіння – гребеневий або безгребеневий з шириною міжрядь 60-

70 см. На 1 га висаджують 15-20 ц свіжозібраних бульб. Густота насадження в районах достатнього зволоження 60 тис/га бульб, недостатнього – до 35 тис./га. На легких ґрунтах бульби садять на глибину 8-10 см, а на важких – 5-7 см (при садінні під зиму – на 2-3 см глибше).

Догляд за посівами. Догляд за рослинами у перший рік вирощування зводиться переважно до боротьби з бур'янами за допомогою дота підсяходових боронувань і 2-3 міжрядних розпушувань, які починають при висоті рослин до 15 см і закінчують до зімкнення рослинами міжрядь.

Для одержання високого врожаю бульб у районах достатнього зволоження, земляну грушу підгортають при висоті стебел 25-30 см.

Скошують земляну грушу на зелену масу і силос пізно восени, але до настання осінніх заморозків, використовуючи силосні комбайни. Для кращого зберігання бульб у ґрунті, скошувати зелену масу на силос слід на висоті 25-30 см, тоді ліпше затримується сніг на площі і бульби не вимерзають.

Звичайно сходи земляної груші загущені, тому їх проріджують культиваторами або підгортачами при висоті рослин 15-20 см, відновлюючи міжряддя до ширини 45-60 см. Дальший догляд за земляною грушею такий самий, як і в перший рік її вирощування.

При вирощуванні топінамбура в сівозміні, відрослі його рослини, які з'являються після викопування бульб або випасання свиней, знищують, висіваючи на площі ячмінь або овес, із застосуванням гербіцидів (амінної солі 2,4 Д в дозі 1,5-2,5 кг/га за препаратом) або протягом 1-2 років вико-вівсяну кормову суміш та збираючи зелену масу до початку утворення в топінамбура стolonів.

Збирання врожаю. Техніка збирання бульб земляної груші така сама, як і картоплі. Викопані бульби згодовують переважно свиням, але добрі результати дає також випасання свиней на полі. Щороку навесні, після випасання на насадженнях земляної груші свиней або викопування бульб із землі, ділянки орють на глибину не менше 22 см і боронують. За рахунок наявної у ґрунті великої кількості дуже дрібних бульб, відбувається природне відновлення плантації земляної груші. До появи її сходів проводять боронування для знищення бур'янів. Перед боронуванням вносять по 10 т/га гноївки, або 3-5 ц пташиного посліду, та по 30-45 кг азоту, фосфору, калію у вигляді мінеральних добрив.

Питання для самоконтролю:

1. Народногосподарське значення та представники бульбоплідних

рослин.

2. Картопля. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

3. Особливості бульбоутворення у картоплі.

4. Охарактеризуйте виродження картоплі та методи боротьби з ним.

5. Які існують сорти картоплі за напрямками використання?

6. Топінамбур. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

9.4. Олійні культури

До олійних належать культури, в насінні або плодах яких міститься не менш як 15% жиру. Таких рослин, що належать до різних ботанічних родин, налічується понад 340. Окрему групу становлять ефіроолійні рослини, в насінні або вегетативних органах яких накопичуються леткі олії із сильним і приємним запахом. З олійних культур в Україні поширені соняшник, сафлор, рицина, кунжут, мак, гірчиця, ріпак, рижій і рослини комплексного використання, з яких олію отримують як побічний продукт у процесі переробки (бавовник, соя, льон довгунець, коноплі, арахіс та ін.).

У балансі світових ресурсів жирів переважають рослинні, зокрема олія. Хоч, наприклад, для більшості населення України слово жир асоціюється, насамперед, із салом, коров'ячим маслом тощо. Тим часом, саме рослинна олія задовольняє світову потребу в жирах на 60-70%.

Рослинні олії мають велике значення для народного господарства. Їх використовують для виготовлення маргарину, мила, лаків, оліфи, фарб, а також у консервній, кондитерській, металообробній, електротехнічній та інших галузях промисловості.

Рослинна олія за своєю природою є складним ефіром триатомного спирту гліцерину, з'єднаного з різними жирними кислотами. До складу рослинних олій багатьох олійних культур входять також інші цінні для організму біологічно активні речовини – фосфатиди, стерини, вітаміни.

Побічні продукти переробки насіння олійних культур (макуха і шрот) – цінний концентрований корм для тварин, що містить 35-40% білка. Білок олійних культур містить аргінін (удвічі більше, ніж зерно кукурудзи чи пшениці), гістидин, лізин та інші незамінні амінокислоти.

Значну кількість олійних рослин вирощують як просапні культури, тому вони мають агротехнічну цінність – є добрими попередниками для наступних культур сівозміни, особливо зернових хлібів.

Вміст олії в насінні та її якість у різних культур залежать від виду, особливостей росту, удобрення, водного режиму ґрунту та ін. Вирішальне значення для підвищення вмісту олії в насінні, мають впровадження у виробництво високоолійних сортів і гібридів та застосування досконалої системи насінництва. За високого рівня агротехніки та сприятливого водозабезпечення рослин, олія в насінні накопичується інтенсивніше, тривалість цього процесу подовжується, що сприяє підвищенню вмісту олії в насінні. Із агротехнічних заходів значно вплива-

ють на вміст і якість олії в насінні види добрив та норми їх внесення, режим зрошення, строки сівби, площі живлення рослин, строки збирання врожаю. У багатьох олійних культур на фоні фосфорно-калійних добрив і за помірних доз азоту, вміст олії в насінні підвищується. Надлишок азоту посилює синтез білків і зменшує кількість вуглеводів, що призводить до зниження вмісту олії в насінні. Позитивно впливає на олійність зрошення, при внесенні фосфорно-калійних добрив. Зростає олійність і за ранніх строків сівби. В розріджених посівах кількість олії в насінні зменшується.

Олія, яку використовують для харчування, повинна містити небагато вільних жирних кислот. Вміст їх визначається **кислотним числом**, тобто кількістю міліграмів їдкого калію (КОН), яке витрачається для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г олії. Коливається кислотне число від 0 до 11. Олія з кислотним числом понад 2,25 непридатна для харчування.

Якість олії, яку використовують для виготовлення мила, визначається **числом омилення**, тобто кількістю міліграмів їдкого калію, необхідного для нейтралізації як вільних, так і зв'язаних з гліцерином жирних кислот в 1 г олії. Число омилення становить 160-200.

Деякі рослинні олії, приєднуючи кисень повітря, висихають і перетворюються в тверду еластичну масу. Здатність олії висихати є цінним показником її якості і визначається **йодним числом**, тобто кількістю грамів йоду, який витрачають для окислення 100 г олії. Чим більше йодне число, тим олія швидше висихає. За здатністю до висихання рослинні олії поділяють на три групи.

До **висихаючих** (йодне число понад 130) належать льняна, перилова, ріжієва олії. Використовують їх здебільшого для технічних цілей.

Напіввисихаючі олії (йодне число від 85 до 130) – соняшникова, ріпакова, гірчична, сафлорова та ін. Використовують переважно для харчування.

Невисихаючі олії (йодне число менше 85) – рицинова, арахісова, оливова. Використовують їх у медицині та для технічних потреб.

Вміст та якість рослинної олії в насінні різних олійних культур неоднакові.

Олійні культури вирощують майже в усіх країнах світу, проте у кожній з країн є своя провідна олійна культура. В Україні такою культурою є соняшник та останнім часом, ріпак, у США – соя, Канаді – льон олійний, Англії та Індії – ріпак, Азії і Африці – арахіс. Соя, арахіс,

ріпак, льон олійний, соняшник і кунжут займають найбільші посівні площі в світі. Світова посівна площа олійних культур, включаючи сою, становить понад 100 млн. га, а світове виробництво олій – близько 70 млн. т.

Рослинні жири можна екстрагувати майже з 300 видів рослин, що об'єднують більше 15 тисяч сортів і гібридів.

Соняшник (*Helianthus*)

Соняшник – основна олійна культура в нашій країні. На його частку припадає близько 70% площ посіву всіх олійних культур. Вимоги сьогодення вказують на те, що виробництво соняшнику потрібно проводити не за рахунок розширення його посівних площ, а шляхом підвищення врожайності.

Насіння сучасних сортів містить 50-55% олії (на абсолютно суху масу насіння) і 16% білка, а ядро відповідно 65-67% і 22-24%. Порівняно з іншими олійними культурами, соняшник забезпечує найбільший вихід олії з одиниці площі (750 кг/га в середньому по Україні). Олія належить до групи напіввисихаючих (йодне число 112-124), тобто має високі смакові якості та переваги перед іншими рослинними жирами за поживністю та засвоєнням. Як правило, вміст олії в сім'янках сортів більший, ніж гібридів.

Особлива цінність соняшnikової олії зумовлена високим вмістом до (90%) у ній *ненасичених жирних кислот: лінолева (55-60%) і олеїнова (30-35%)*. Жирнокислотний склад олії в насінні соняшнику змінюється за рахунок блокування роботи ферменту десатурази, який перетворює олеїнову кислоту на лінолеву. В олії звичайного соняшника синтезується біля 65% від загальної суми жирних кислот, а у високоолеїнового – не більше 15%. Біологічно найкорисніша лінолева кислота, яка прискорює метаболізування ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я.

Соняшnikова олія використовується також для виготовлення рибних та овочевих консервів, у хлібопекарській і кондитерській промисловості. Після рафінування (очистка від сумішей) та гідрогенізації (олія вступає в реакцію з воднем, внаслідок чого утворюються гідрогенізовані жири; гідрогенізація робить жири менш схильними до гіркості, що подовжує їх термін зберігання), її застосовують для виготовлення маргарину. Олія містить також фосфаміди, вітаміни (А, Д, Є, К) та інші органічні речовини, які підвищують її біологічну цінність. За калорійністю одна вагова одиниця олії відповідає 2-3 одиницям цукру, 4 одиницям хліба, 8 одиницям картоплі.

Гірші за якістю сорти соняшникової олії використовують у лако-фарбовій, миловарній та інших галузях промисловості, застосовуються для виробництва стеарину, лінолеуму, водонепроникних тканин, електроарматури тощо.

Під час переробки насіння на олію, при пресуванні отримують макуху, а при екстрагуванні – шрот, які становлять 35% від маси насіння. Макуха містить 38-42% перетравного протеїну, 20-22% – безазотистих екстрактивних речовин, 6-7% жиру, 14% клітковини, 6-8% золи та мінеральних солей. За поживністю 1 кг макухи відповідає 1,09 корм. од. і містить 363 г перетравного протеїну. Шрот містить близько 33-34% перетравного протеїну, 3% – жиру, а 1 кг його відповідає 1,02 корм. од.

Лушпиння (вихід 16-22% від маси насіння) є цінною сировиною для виробництва гексозного і пентозного цукру. Із гексозного цукру виробляють етиловий спирт і кормові дріжджі, а із пентозного – фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна, міцного скла та інших виробів.

Кошки соняшнику (вихід 56-60% від маси насіння) використовують на корм для тварин. В них міститься 6,2-9,9% протеїну, 3,5-6,9% – жиру, 43,9-54,7% – БЕР, 13,0-17,7% – клітковини. В 1 кг борошна, виготовленого із сухих кошиків, міститься 0,8 корм. од. і 38-43 г протеїну. З кошиків виробляють харчовий пектин, який використовується в кондитерській промисловості. Попіл із сухих стебел соняшнику є цінним фосфорно-калійним добривом (містить до 36% окису калію і 4% фосфору). Із стебел можна виготовляти папір.

Вирощують соняшник і як кормову культуру в чистому посіві чи в сумішах з іншими кормовими культурами. Урожайність зеленої маси, при вирощуванні високорослих сортів соняшнику, досягає 400-500 ц/га. Силос із соняшнику, зібраного в фазі цвітіння, за поживністю не поступається силосу з кукурудзи. В 1 кг його міститься 0,13-0,16 корм. од., 10-15 г протеїну, 0,4 г кальцію, 0,28 г фосфору і 25,8 мг каротину.

Соняшник – важлива медоносна культура. З 1 га його посівів медозбір досягає до 40 кг. Жовті пелюстки язичкових квіток мають лікувальні властивості.

Сіють соняшник також для створення куліс на парових полях для снігозатримання.

З 1 га соняшнику при врожайності 25 ц/га можна отримати 1200 кг олії, 800 кг макухи (300 кг білка), 500 кг лушпиння (70 кг дріжджів), 1500 кг кошиків (прирівнюється до сіна), 35-40 кг меду. Для виробництва 1 т соняшникової олії потрібно 1 га, а 1 т тваринного жиру – 8-

10 га ріллі.

Батьківщиною соняшнику вважають південно-західну частину Північної Америки, де дотепер трапляються дикі види роду *Helianthus*, серед яких є близькі родичі культурного соняшника. Туземне населення використовувало його насіння на харч, а також виготовляло з нього борошно для випікання хліба. Нині на американському континенті найбільш поширена серед олійних культур соя. Як олійну культуру, соняшник вирощують близько 150 років, переважно в районах з кліматом помірних широт, з багатими чорноземними ґрунтами, теплим літом, достатньою кількістю опадів. Однак значна частина його посівів сконцентрована і в районах жаркого клімату, недостатнього зволоження.

В Європу соняшник завезли іспанці 1510 р., назвавши його перуанською хризантемою. В Росію та Україну він потрапив у XVIII столітті. Довго його вирощували як декоративну рослину, лише зрідка – для одержання насіння. В середині минулого століття було вперше одержано соняшникову олію і відтоді почалось широке його вирощування. Важко собі уявити, що якихось півтора століть тому у нас ніхто не знав, що таке – соняшникова олія.

У світовому виробництві олійних культур соняшник займає 8% або 27 млн. га. Основні посіви його зосереджені в Європі (60%) та Азії (20%), а серед країн: Росія – 5,3 млн. га, Україна – 3,9 млн. га, Аргентина – 3,4 млн. га, Індія – 2,2 млн. га, США – 1,4 млн. га.

Світове виробництво насіння соняшника – 30 млн. т. Найбільше виробляють насіння в Росії – 4,9 млн. т, Україні – 4,2 млн. т, Аргентині – 3,8 млн. т, США, Болгарії і Румунії – по 1,0 млн. т. Отже, за посівними площами та валовим виробництвом насіння, Україна займає друге місце в світі.

Середня урожайність соняшнику в Україні в останні роки становить 11-13 ц/га. Основні його посіви зосереджені в південному регіоні України, а саме в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Луганській, Одеській, Херсонській і Полтавській областях. На території Вінницької області площі посіву соняшнику досягають 109,7 тис. га.

Соняшник належить до родини айстрових. Коренева система його стрижнева, добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину до 150-250 см. Стебло пряме висотою 120-200 см, переважно не гілкується, округле або ребристе, вкрите шорсткими волосками, виповнене губчастою паренхімою.

За морфологічними ознаками розрізняють три типи культурного

соняшнику.

Лузальний – має товсте, високе стебло (до 4 м), велике листя і кошики діаметром від 17 до 46 см. Сім'янки великі з товстою лузгою. Ядро (насінина) лише наполовину заповнює сім'янку. Маса 1000 сім'янок 100-200 г. Процент плодових оболонок (лузжистість) 46-56, олійність незначна.

Олійний – з порівняно тонким стеблом 1,5-2 м заввишки. Сім'янки дрібніші, ніж у лузального. Лузга тонка, ядро заповнює всю внутрішню порожнину сім'янки. Маса 1000 сім'янок 50-100 г, лузжистість 22-30%. Вміст олії в насінні кращих сортів і гібридів 48-50%.

Межеумок – рослина проміжної групи, яка за окремими ознаками нагадує лузальний або олійний соняшник. За висотою і товщиною стебла, розмірами листя і кошиків межеумок подібний до лузального, а за виповненістю сім'янок – до олійного соняшнику.

Культурні форми олійного соняшнику характеризуються високою екологічною пластичністю.

Рід соняшнику об'єднує понад 50 видів. У культурі використовують один вид – соняшник культурний, який поділяють на два підвиди: польовий і декоративний. Польовий підвид об'єднує поширені у виробництві форми і сорти чотирьох різновидностей: дрібнонасінний, або олійний, великонасінний, або лузальний, гігантський, або кормовий, та довгонасінний, або вірменський. До дрібнонасінної різновидності належать сорти, які вирощують в Україні. Всі сорти олійного напрямку.

Біологічні особливості. Насіння соняшнику починає проростати при температурі 4-6°C. Оптимальна температура проростання 20°C. При цій температурі сходи з'являються на 7-8-й день. Насіння, яке наклюнулося, переносить зниження температури до мінус 10°C, а набубнявіле – до мінус 13°C. Сходи соняшнику витримують короткочасні зниження температури до мінус 8°C. Сума активних температур від сівби до сходів становить 140-160°C, а ефективних за вегетацію – від 1600 до 1800°C для ранньостиглих і від 2000 до 2300°C – для пізньостиглих сортів.

У фазі цвітіння та в наступні періоди розвитку оптимальна температура для соняшнику – 25-27°C. При температурі вищій за 30°C ріст і розвиток соняшнику пригнічується, а при 40°C припиняється фотосинтез. Найбільш чутливий соняшник до низьких температур у фазі цвітіння (приморозки 1-2°C пошкоджують листки і квітки). Весняні заморозки до мінус 5-6 °C не завдають істотної шкоди рослинам, проте затримують і послаблюють їх ріст, а осінні до мінус

3°C спричиняють загибель рослин.

Вимоги до **вологи** у соняшнику високі, хоча він посухостійка культура. Транспіраційний коефіцієнт становить 450-570 і може підвищуватись до 700. Соняшник задовольняє потребу у воді завдяки розвиненій кореневій системі, яка глибоко проникає в ґрунт. Проте це призводить до сильного висушування ґрунту і нестачі вологи в ньому для наступної культури сівозміни. Витрати вологи протягом вегетації нерівномірні: за період сходи – утворення кошиків він споживає 23%, утворення кошиків – цвітіння – 60%, цвітіння – досягання – 17% загальної кількості вологи за вегетацію. За період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 га.

Соняшник – **світлолюбна** культура. Затінення молодих рослин і хмарна погода затримують їх ріст і розвиток, зумовлюють формування на них дрібного листя і малих кошиків, що знижує врожайність. Соняшник належить до рослин короткого дня. В міру просування на північ, вегетаційний період його подовжується.

Соняшник добре росте на родючих аерованих ґрунтах. Найбільш придатні для соняшнику різні типи чорноземів, каштанові та сірі опідзолені ґрунти. Непридатні для соняшнику піщані, засолені і дуже кислі ґрунти. Погано росте він також на важких глинистих ґрунтах. На важких безструктурних ґрунтах соняшник росте дуже повільно, особливо в перший (ювенільний) період. Тут потрібні додаткові агротехнічні заходи. Малопридатні для соняшнику також легкі піщані, солонцюваті й дуже кислі ґрунти.

Соняшник вимогливий до вмісту в **ґрунті** поживних речовин, з урожаєм 20 ц/га насіння та 50 ц/га стебел він виносить з ґрунту 110 кг азоту, 50 кг фосфору, 250 кг калію. Найбільше поживних речовин надходить у рослини до цвітіння, однак і після цвітіння засвоєння поживних речовин не припиняється.

У розвитку соняшнику від сівби до повного досягання розрізняють такі **фази**: сходів, першої пари справжніх листків, утворення кошика, цвітіння, досягання (табл. 67).

67. Стадії розвитку соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Суха насінина
01	Початок набрякання насінини
03	Повне набрякання насіння

05	Вихід зародкового корінця з насінини
06	Зародковий корінець подовжений, формування кореневих волосків
07	Гіпокотиль і сім'ядолі пробрили насінневу оолонку
08	Гіпокотиль пробиває поверхню ґрунту
09	Сходи: сім'ядолі пробивають поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)¹	
10	Сім'ядолі повністю розпустилися
12	2 справжніх листка (1 пара справжніх листків) розпустилося
14	4 справжніх листка (2 пара справжніх листків) розпустилося
15	5 справжніх листків розпустилося
16	6 справжніх листків розпустилося
17	7 справжніх листків розпустилося
18	8 справжніх листків розпустилося
19	9 справжніх листків розпустилося
МАКРОСТАДІЯ 2:-- МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ СТЕБЛА	
30	Початок росту в довжину
31	1-е розтягнуте міжвузля видно
32	2-е розтягнуте міжвузля видно
33	3-е розтягнуте міжвузля видно
3...	Стадії продовжується до...
39	9 і більше розтягнутих міжвузлів видно
МАКРОСТАДІЯ 4:-- МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК КВІТКОВИХ ЗАЧАТКІВ	
51	Бутон суцвіття між молодими листками видно (стадія зірочки)
53	Суцвіття відокремлюється від верхніх листків, приквітники ясно відрізняються від справжніх листків
55	Суцвіття відокремлено від верхнього справжнього листка
57	Суцвіття ясно відокремлено від верхнього справжнього листка
59	Суцвіття ще закрите. Язичкові квіти видно між приквітниками
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
61	Початок цвітіння. Язичкові квіти вертикально на диску, трубчасті квіти помітні в зовнішній третині кошика
63	Трубчасті квіти в зовнішній третині кошика цвітуть, пиляки і приймочки вільні

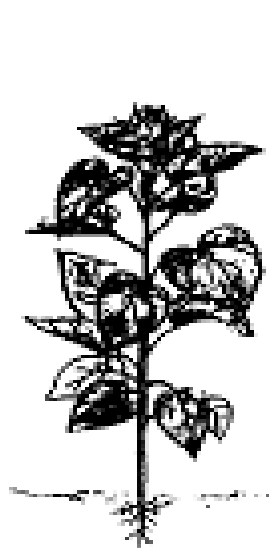
65	Повне цвітіння. Трубочасті квітки в середній третині кошика цвітуть, пиляки і приймочки вільні
67	Цвітіння, що закінчується. Трубочасті квіти у внутрішній третині кошика цвітуть, пиляки і приймочки вільні
69	Кінець цвітіння. Всі трубочасті квіти відцвіли. В зовнішній і середній третині кошика помітні формування плодів. Язичкові квіти висохли або відпали.
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	Насіння на краю кошика має сірий колір і видо- або сортотипового розміру
73	Насіння в зовнішній третині кошика має сірий колір і видо- або сортотипового розміру
75	Насіння в середній третині кошика має сірий колір і видо- або сортотипового розміру
79	Насіння в внутрішній частині кошика має сірий колір і видо- або сортотипового розміру
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
80	Початок дозрівання. Насіння на краю кошика чорне, насінна шкірка тверда, задня сторона кошика ще зелена
81	Насіння в зовнішній третині кошика чорне і тверде. Задня сторона кошика ще зелена
83	«Лимонна» стиглість: задня сторона кошика жовтувато-зелена. Приквітники ще зелені. Вологість насіння близько 50%
85	Дозрівання насіння, що продовжується. Насіння в середній третині кошика чорне. Краї приквітників коричневі. Задня сторона кошика жовта. Вологість насіння близько 40%
87	Фізіологічна стиглість. Задня сторона кошика жовта. приквітники на 3/4 листової поверхні коричневі. Вологість насіння близько 15%
89	Повна стиглість. Насіння у внутрішній третині кошика чорне, приквітникові бурі. Задня сторона кошика буро мармурова. Вологість насіння близько 15%
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
92	Повна стиглість. Вологість насіння близько 10%
97	Рослина суха, відмерла
99	Збирання

¹При явоновираженому рості в довжину (розтягнуті міжвузля) потрібно переходити до кодів макростадії 3

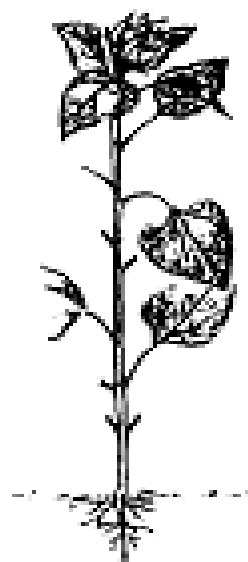
Тривалість міжфазних періодів у найпоширенішій середньостиглої групи сортів (гібридів) соняшнику становить: від сівби до сходів 14-16 днів, від сходів до початку утворення кошика – 37-43, від початку утворення кошика до цвітіння – 27-30, а від цвітіння до достигання – 44-50 днів (рис. 30).



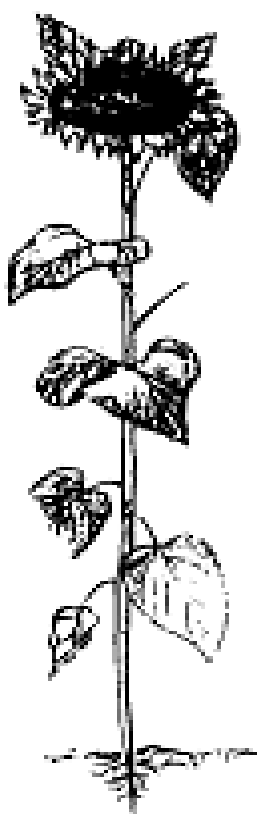
18/32



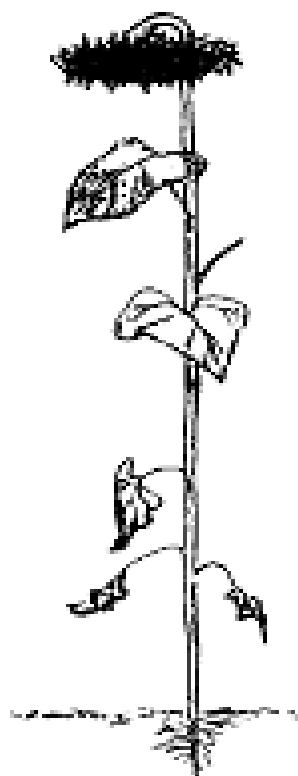
53



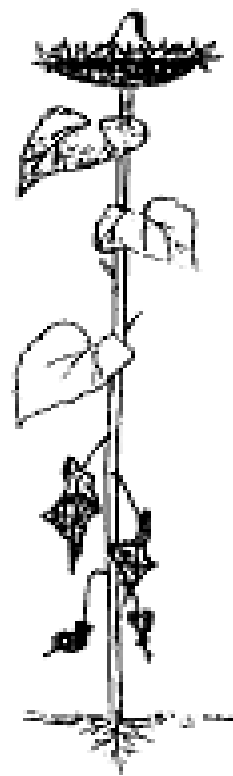
57



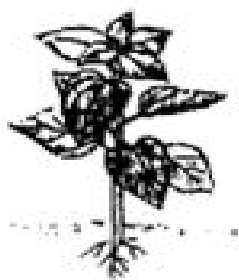
79



89



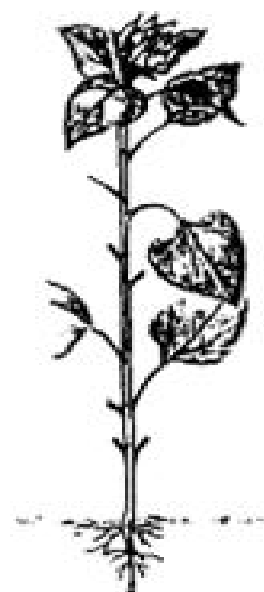
92



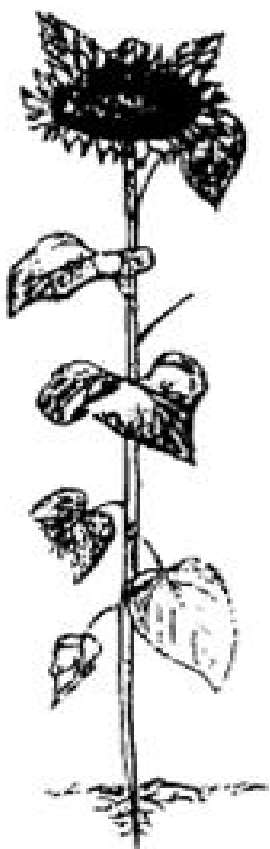
18/32



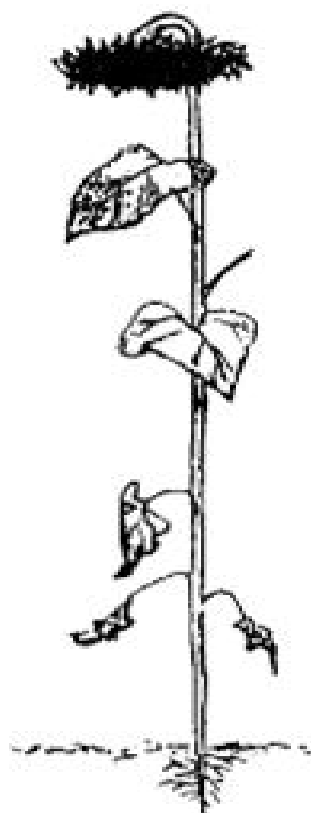
53



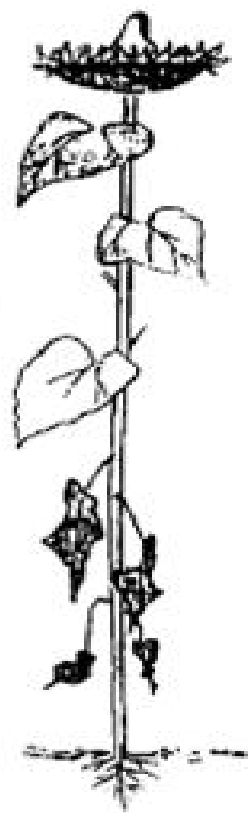
57



79



89



92

Рис. 30. Стадії розвитку соняшнику.

У ранньостиглих форм міжфазні періоди скорочуються, в середньопізніх – подовжуються.

Технологія вирощування

Залежно від жирно-кислотного складу олії, гібриди та **сорт**и соняшнику поділяють на три групи: гібриди соняшника лінолевого типу з вмістом олеїнової кислоти – 16-28%; гібриди соняшнику середньоолеїнового типу з вмістом олеїнової кислоти – 55-75%; гібриди соняшнику високоолеїнового типу з вмістом олеїнової кислоти – більше 80%.

За тривалістю **вегетаційного періоду** сорти та гібриди соняшнику поділяють на скоростиглі (80-100 днів), ранньостиглі (100-120), середньоранні (110-130), середньостиглі (120-140 днів) і середньопізні (більше 140 днів). За кордоном гібриди соняшнику розділяють на групи стиглості за тривалістю періоду цвітіння – досягання. Сьогодні впроваджені у виробництво гібриди соняшнику, в яких тривалість періоду цвітіння – досягання становить 20-24 дні, що і вплинуло на розширення ареалу соняшнику в північних районах нашої держави.

Скоростиглі – Одеський 149, Харківський 49, Еней, Ранок, Чумак, Тіса ПР62А91; **ранньостиглі** – НК Рокі, Сан лука РМ, Джазі, НК Сінгі, ЛГ 54.44, Тремія, С-207 (Франкасол), Дунай, Запорізький 26, Знахідка, Натіл, Світоч, Харківський 7, ПР63А40, ПР63А90, Казіо, Савінка; **середньоранні** – Арена ПР, НК Долбі, НК Делі, Санай, НК Алегро, Латіно, Ригасол ОР, Аламо, Красотка, Одеський 123, Харківський 58, ПР64А44, ПР64А63; **середньостиглі** – НК Бріо, НК Конді, НК Ферті, Опера РП, НК Неома, Флай, Румбасол ОР, Харківський 3, Запорізький кондитерський, ПР64А58, ПР64А83, ПР64А89, ПР64Е83; **середньопізні** – Мелдімі, НК Армоні, НК Камен.

Попередники. При розміщенні соняшнику в полях сівозміни, слід мати на увазі те, що він уражується вовчком. Насіння вовчка в ґрунті зберігає схожість протягом 6-8, а за сприятливих умов – 10-13 років. Крім соняшнику, вовчок уражує сафлор, перилу, тютюн, махорку, томати. Тому соняшник вирощувати на тому самому полі слід не раніше як через 7-8, а то й через 8-10 років. Для боротьби з вовчком у полях сівозміни необхідно систематично знищувати бур'яни, і насамперед ті, на яких він може паразитувати (блекота, полин, дикий салат, нетреба).

Кращими попередниками для соняшнику є озима пшениця,

кукурудза, зернобобові. Недоцільно висівати соняшник після культур з глибокою кореневою системою, які використовують вологу з глибоких шарів ґрунту: багаторічних трав, особливо люцерни, суданської трави, цукрових буряків, гороху, ріпаку, сої, а в Степу – після ячменю та вівса. Після цих культур доцільно висівати соняшник тільки через 2-3 роки. Не бажано розміщувати соняшник після сої, томатів та багатьох інших бобових та овочевих культур, а також через рік після їх вирощування в зв'язку з накопиченням інфекції сірої та білої гнилі.

В той же час, соняшник – непоганий попередник для кормових та багатьох ярих культур в роки з великою кількістю осінньо-зимових опадів, за умови знищення падалиці соняшнику.

Обробіток ґрунту. Завдання обробітку – знищення бур'янів, нагромадження і зберігання вологи в ґрунті, запобігання вітровій та водній ерозії. Такі бур'яни як осот, редька дика, паслін, гірчиця польова, амброзія, реп'яхи та багато інших є резерватом гнилей та інших хвороб соняшнику.

Система обробітку ґрунту передбачає лушення стерні та глибоку оранку за традиційної технології. Також при вирощуванні соняшнику можна застосовувати мінімальну технологію (No-till). Звичайно, кожна з них має недоліки та переваги, тому добирається для умов кожного господарства з урахуванням зони вирощування (ґрунтово-кліматичних умов), а також наявності того чи іншого шлейфу машин. Для соняшнику важливо створити сприятливі умови для розвитку кореневої системи, тому визначення щільності орного та підорного шарів ґрунту є важливою процедурою, власне після чого можна й прийняти рішення: чи потрібна для даного конкретного поля оранка, або достатньо обійтися мінімальним обробітком.

На полях, засмічених однорічними бур'янами, проводять 2-3 дискових лушення на глибину 6-8, або 8-10 см (Sunflower або Wil-Rich 7600), а потім оранку (ПЛН-5-35, KUHN MANAGER та ін.). Перше лушення проводять слідом за збиранням попередника, наступні – в міру появи бур'янів. Після озимих і ярих колосових культур на ґрунтах, де не поширюється вітрова ерозія, застосовують напівпаровий обробіток. При цьому, після лушення на глибину 6-8 см, проводять оранку в ранні строки (липень-серпень) з одночасною заробкою стерні та коткуванням. Бур'яни у міру появи знищують культивацією на глибину 8-10 см з одночасним боронуванням.

За **мінімальної технології** вирощування, восени обмежуються проведенням лушення стерні на глибину 6-8 см і обробітку на глибину

14-16 см. Дисковий культиватор Wil-Rich DC-III дає можливість провести ці заходи одночасно.

Глибина основного обробітку на ґрунтах, які не ущільнюються і не запливають, становить 20-22, на важких ґрунтах – 25-27 см. На ґрунтах з неглибоким гумусним горизонтом ефективно поглиблення орного шару без вивертання нижніх пластів на поверхню.

Після кукурудзи на зерно і силос, поля обробляють у двох напрямках (уздовж і впоперек) дисковими лушильниками, а вслід за цим проводять оранку на глибину 27-30 см. Соняшник добре реагує на глибоку оранку (до 30-32 см) під попередні культури за 3-4 роки до нього. При засміченні поля багаторічними коренепаростковими бур'янами (будяком, осотом, березкою польовою, латуком татарським та ін.), після збирання колосових проводять пошаровий обробіток (дискування на 10-12 см + дві-три культивації або плоскорізний обробіток на глибину 8-12 см + глибока оранка на 30-32 см в кінці вересня – на початку жовтня) або виснажують бур'яни мілкою оранкою на 16-18 см та двома-трьома дискуваннями на 10-12 см, після чого проводять глибоку оранку на 30-32 см.

Для боротьби з багаторічними коренепаростковими бур'янами ефективні гербіциди. Зокрема, гербіциди групи 2,4-Д вносять після лушення стерні, при масовому відростанні паростків бур'янів. Витрата робочої рідини, при використанні тракторних штангових обприскувачів, становить 150-200, а при авіаобприскуванні – 25-50 л/га. Оранку після внесення гербіцидів проводять через 10-15 днів, щоб вони проникли у кореневу систему бур'янів.

У районах поширення вітрової ерозії ефективно безполіцеве розпушування ґрунту плоскорізами, із залишенням стерні на поверхні поля. Ця система складається з неглибоких (8-10 або 10-12 см) лушень культиваторами-плоскорізами КПЕ-3,8, КПШ-9, КПП-2,2, безполіцевого розпушування на глибину 22-25 см культиваторами-глибокорозпушувачами КПГ-250 або КПГ-2-150. При поширенні водної ерозії, основний обробіток передбачає оранку впоперек схилу, обробіток плоскорізами, лункування та боронування зябу, щілювання тощо.

Передпосівний обробіток ґрунту полягає у ранньому закритті вологи й проведенні 1-2 культивацій. Під передпосівну культивацію вносять ґрунтові гербіциди дуал голд (1,3 л/га), гезагард (2 л/га), харнес (2-3 л/га), трефлан (1,2-1,5 кг/га). Передпосівну культивацію проводять на глибину загортання насіння.

З огляду на зростаючу посушливість клімату і економічну доціль-

ність, передпосівний обробіток ґрунту має бути мінімальним. При високоякісній оранці обмежуються лише однією передпосівною культивуацією (без ранньовесняного боронування), з внесенням відповідних гербіцидів ґрунтової дії, наприклад, екстрем у дозі 2-3 л/га. Це дозволить максимально знищити бур'яни, зменшити кількість або повністю виключити розпушення ґрунту.

Удобрення. Численними дослідженнями встановлено, що соняшник – це культура, яка з формуванням одиниці врожаю утилізує значну кількість елементів живлення. Мінеральні добрива суттєво впливають на якість насіння та жирнокислотний склад олії високоолеїнових гібридів. Азотні добрива сприяють зростанню урожайності, однак їх надлишок обумовлює зниження вмісту олії, і збільшує до 10% вміст лінолевої кислоти, що є небажаним при вирощуванні високоолеїнового соняшнику. Фосфорні та калійні добрива збільшують вміст олії в насінні та вміст олеїнової кислоти. Тому необхідно застосовувати збалансовані норми поживних речовин, з урахуванням забезпечення ними ґрунту. Соняшник добре реагує на внесення під зяблеву оранку повних мінеральних добрив. При цьому доцільніше фосфорні й калійні добрива внести під зяблеву оранку, а азотні – під передпосівну культивуацію.

Для формування 1 ц врожаю насіння, соняшник виносить з ґрунту 6,5 кг азоту, 2,7 – фосфору і 15,5 кг калію. Проте, незважаючи на високий винос калію з ґрунту, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив.

Соняшник має розтягнутий період засвоєння поживних речовин. Система удобрення соняшнику складається з основного і рядкового удобрення ($N_{10-15}P_{20}$ – гранульованого суперфосфату або комплексних добрив – нітроамофоски чи гармонії). Використання комплексних добрив при сівбі в рядки у дозі 10 кг д. р. за фосфором, відповідно до даних лабораторії землеробства Кіровоградської ДСГДС, забезпечує приріст врожаю насіння від 2,2 до 5,6 ц/га.

Органічні добрива краще вносити під попередник у нормі 30-40 т/га. В Степу і Лісостепу України на чорноземних і темно-каштанових ґрунтах найвищі врожаї одержують при внесенні азотно-фосфорних добрив. При низькій забезпеченості ґрунту поживними речовинами (менше 5 мг на 100 г ґрунту) вносять азоту 60 і фосфору 90 кг/га, при середній забезпеченості (5-10 мг на 100 г ґрунту) вносять $N_{45-60}P_{90}$ і високій (більше 10 мг на 100 г ґрунту) – $N_{20-30}P_{30}$. Норми добрив повинні уточнюватися на кожному конкретному полі.

На менш родючих ґрунтах рекомендується вносити повне мінеральне добриво в дозі $N_{60}P_{40-60}K_{40-60}$.

Слід мати на увазі, що соняшник активно використовує післядію елементів живлення, особливо азоту. Доцільним для нього є використання складних мінеральних добрив (діамофос, амофос, нітроамофоска).

Соняшник чутливий до нестачі таких мікроелементів, як бор і магній, а тому на ґрунтах, де є дефіцит цих елементів, необхідно застосовувати мікродобрива.

Підготовка насіння до сівби. Готують насіння до сівби відразу після збирання насіннєвих посівів. Його очищають, сушать, сортують і тільки після цього зсипають на зберігання. Для відбору найбільш повноцінного насіння застосовують пневматичні сортувальні столи ПСС-2,5 БПСУ-3. Для сівби використовують насіння масою 1000 насінин для сортів 80-90 г, а для гібридів – не менше 50 г, чистота – 98,0-99,9%, панцирність – 96,0-99,0%, схожість – 87,0-92,0%.

Насіння соняшнику може пошкоджуватися широким спектром ґрунтових шкідників (дротяники, личинки хрущів, несправжні дротяники). Проти них насіння обробляють круїзером (0,6 л/т), космос (4 л/т), гаучо (10,5 кг/т), але потрібно враховувати і те, що сходи пошкоджуються буряковим довгоносом, чорнишами, мідляками, а тому витрати препарату збільшують до 10 л/т.

Проти комплексу хвороб (пліснявіння насіння, фузаріозна коренева гниль, біла гниль, переноспороз) насіння слід обробити препаратом максим (6 л/т). Якщо фон збудника переноспорозу дуже високий, слід застосувати суміш апрону (1 л/т) та максима (3 л/т).

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіють соняшник пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см, сівалками точного висіву на глибину 6-8 см для сортів і на глибину 4-6 см для гібридів.

Оптимальний **строк сівби**, коли ґрунт прогріється на глибині 4-6 см до 10-12°C. Кожне окреме поле соняшнику потрібно засівати за 1-2 дні, в господарстві сівбу закінчують протягом 4-6 днів. При цьому передпосівна культивація проводиться на глибину заробки насіння (6-8 см) безпосередньо перед сівбою або не раніше як за дві години до заробки насіння в ґрунт.

Норма висіву залежить від рекомендованої густоти стояння рослин. Встановлюючи норми висіву, слід звертати увагу на характеристики гібриду (сорт), а також зону вирощування (зволоження). Загальноприйнятим підходом нині є встановлення норми висіву так, щоб, з урахуванням польової схожості та ймовірної загибелі рослин під час вегетації, витримувалась оптимальна густота стояння рослин до збирання.

При визначенні норми висіву слід враховувати те, що більшість сучасних високопродуктивних гібридів соняшнику добре переносять загущення посівів, оскільки рослини відносно низькорослі і оптимальний урожай насіння забезпечують при наступній густоті стояння у період вегетації:

Зона вирощування	Кількість рослин, тис. шт./га
Полісся	60-65
Зволожений Лісостеп	55-65 (для сортів 45-50)
Центральний Лісостеп і Північний Степ	50-55 (для сортів 40-45)
Напівпосушливий Степ	40-45
Посушливий Степ	35-40

Норма висіву збільшується при застосуванні гербіцидів на 15-20%, без гербіцидів – на 25-30% (страхова надбавка). Ранньостиглі та низькорослі сорти й гібриди не знижують урожайність при загущенні до 80 тис/га. Масова норма висіву насіння соняшнику становить – 6-10 кг/га.

Догляд за посівами. Після сівби поле обов'язково коткують кільчасто-шпоровими котками.

На посівах, де проявився позитивний ефект від внесення гербіцидів і одержано сходи потрібної густоти, можна відмовитися від до- і післясходових боронувань та міжрядних обробітків. Якщо ж після сівби випадають рясні дощі, які сприятимуть утворенню ґрунтової кірки, масовому проростанню бур'янів або сходи будуть загущені, то догляд за посівами має включити до- і післясходові боронування середніми або легкими боронами впоперек напрямку сівби, а також проводиться культивація міжрядь у фазі 5-7 листків на глибину 7-8 см, при висоті рослин 30-40 см не глибше – 5-6 см. При необхідності у боротьбі з бур'янами в захисній зоні рядка застосовують підгортачі.

Урожай соняшнику підвищується при розміщенні на його посівах пасік. Крім того, запилення рослин бджолами зменшує самозапилення квіток у кошиках, пустозерність тощо. Пасіку вивозять на посіви з розрахунку 1-2 бджолосім'ї на гектар.

Збирання. У посівах соняшнику рослини досягають нерівномірно. Через 20-25 днів після цвітіння вміст олії в насінні досягає максимуму, але накопичення її закінчується на 35-40 день після цвітіння (фаза фізіологічної стиглості). Далі відбувається фізичне випаровування води із сім'янок і настає фаза повної стиглості. Для прискорення досягання насіння і зменшення шкодочинності білої і сірої гнилей, посіви через 40-45 днів після цвітіння обробляють **десикантами**: реглон (2-3 л/га),

гліфоган (3 л/га), раундап (3 л/га), хлоратом магнію (20 кг/га). Вологість насіння після десикації зменшується до 12-16%. Десикація дає змогу прискорити збирання на 7-8 днів. Через 10 днів після десикації на насінні вже немає залишків хлорату магнію і воно придатне для переробки.

Урожайність соняшнику залежить від строку збирання, який визначають за ступенем стиглості та вологістю насіння. Залежно від погодних умов урожай починають збирати через 7-10 днів після обробки посівів хлоратом магнію і через 5-6 днів – реглоном. За цей час на оброблених полях вологість насіння знижується до 12-15%. Збирають соняшник у фазі господарської стиглості, коли рослин з жовтими і жовто-бурими кошиками в посівах 12-16%, а з бурими й сухими – 85-88%. У Степу починають збирати соняшник при середній вологості насіння 12-14%, у Лісостепу – 16-18%.

Гібриди досягають дружно, особливо після обробки рослин десикантами. Тому збирання їх починають при вологості насіння 17-19%, а у вологу осінь – 20-22%. За 2-3 дні до початку збиральних робіт поле обкошують і розбивають на загінки, прокладають транспортні й розвантажувальні магістралі.

Збирають соняшник зернозбиральними комбайнами Дон-1500, “Єнісей”, “Джон-Дір”, “Лан”, “Славутич” та іншими. Такі комбайни збирають насіння, кошики, зрізують та подрібнюють стебла, розкидають їх по полю. Ворох відразу очищають на зерноочисних агрегатах ЗАВ-20, ЗАВ-40. Насіння соняшнику підсушують до 12, а те, що зберігатимуть – до 7-8%.

Ріпак озимий (*Brassica napus*)

Ріпак, як олійна культура є однією з важливіших сільськогосподарських культур сьогодення та майбутнього України, оскільки якість олії ріпаку задовольняє вимоги сучасного ринку: дуже корисна для застосування в їжу і відмінна для виробництва біопалива. Завдяки цим властивостям, ріпак протягом останнього десятиріччя зміцнив свої позиції на ринку продовольчих і кормових культур. Сучасні високопродуктивні сорти і гібриди ріпаку, з відмінними біохімічними показниками насіння (низький вміст глюкозинолатів і відсутність ерукової кислоти), дають сільгоспвиробникам можливість значно наростити валові збори насіння цієї культури.

Вважають, що культура ріпаку була відома за 4 тис. років до н. е. В нашій країні основні площі озимого ріпаку зосереджені в південно-

західних областях України (Вінницькій (до 130,7 тис. га), Хмельницькій, Житомирській, Закарпатській, Львівській, Рівненській). За останні роки площі вирощування ріпаку в Україні збільшилися в декілька раз.

За виходом олії озимий ріпак перевищує всі олійні культури, що належать до родини капустяних. Насіння озимого ріпаку містить 45-50% олії, 20% білка, 17% безазотистих екстрактивних речовин, 5,5% клітковини і 3-4% золи. Олія ріпака належить до групи напіввисихаючих (йодне число 94-112). Ріпакову олію широко використовують у харчовій, текстильній, миловарній, гумовій та інших промисловостях, а після рафінування і як продукт харчування.

Макуха – цінний концентрований корм для худоби (згодовують її після пропарювання).

Озимий ріпак досягає раніше від інших озимих і є цінною медоносною рослиною. Вирощують його також на зелений корм – 100 кг зеленої маси відповідає 16 кг кормових одиниць і містить 190 г перетравного протеїну на кожен кормову одиницю. Врожайність зеленої маси, яку можна використовувати раніше інших кормових культур, становить 200-300 ц/га. Після збирання озимого ріпаку на зелений корм є можливість використати площу для післяукісних посівів кукурудзи, проса, гречки, а також овочевих культур, картоплі тощо.

Останнім часом виведені сорти озимого ріпаку (00), які не містять ерукової кислоти. Олію цих сортів використовують в їжу, кондитерській, консервній, харчовій промисловості. Тоді як, олію звичайних сортів ріпаку – лише після рафінування, застосовують у миловарній, текстильній, металургійній, лакофарбовій та інших галузях промисловості. Гектар ріпаку продукує тону білку. Ріпак, як високо енергетична культура, може слугувати для виробництва біологічного пального (біодизеля). З кожної тони ріпаку можна отримати близько 300 кг олії, а з неї 270 кг біодизелю. Для виготовлення такого пального використовується олія холодного пресування та етерифікована. Сьогодні в країнах європейського союзу частка використання біопалива транспортом становить біля 6% від загальної кількості палива, а до 2015 року цю частку планується збільшити до 8%, до 2020 року – 10%. Враховуючи загальну кількість дизельного палива для України (біля 9-9,5 млн. т тільки для транспорту) і виходячи із тенденцій використання цього виду палива в європейському союзі (біля 6%), то для нашої країни в найближчий час мінімальна потреба буде складати 0,5 млн. т.

Якість ріпакової олії визначається її жирокислотним складом. Головними жирними кислотами ріпакової олії є ненасичені кислоти:

олеїнова ($C_{18:1}$), ліолева ($C_{18:2}$), ліоленова ($C_{18:3}$), ейкозенова ($C_{20:1}$), ерукова ($C_{22:1}$); насичені - пальмітинова ($C_{16:0}$) і стеаринова ($C_{18:0}$).

Жирні кислоти, як відомо, мають велике значення для здоров'я людини. Так, олеїнова кислота знижує рівень холестерину в крові, ліолева є головним компонентом клітинних мембран, а ліоленова відіграє значну роль у кисневому обміні нервових клітин. Ліолева і альфа-ліоленова кислоти сприяють утворенню тканинних гормонів, зниженню рівня жиру в крові.

Наявність в насінні ріпаку шкідливих речовин (ерукової кислоти, глюкозинолатів) ускладнювали можливість його використання на харчові й кормові цілі. Олія з насіння старих сортів мала високий вміст (іноді до 50%) ерукової кислоти і 5-7% глюкозинолатів. Така олія негативно впливала на живий організм.

Озимий ріпак мало висушує ґрунт, покращує фітосанітарний стан і рано звільняє поле, тому є добрим попередником для озимих і ярих зернових культур. Кореневі рештки ріпаку після мінералізації залишають у ґрунті 60-65 кг азоту, 32-36 кг фосфорної кислоти і 55-60 кг/га калію. Проте слід ураховувати, що він може засмічувати поля падалицею.

За врожайністю насіння озимий ріпак у районах його вирощування не поступається соняшнику. Слід зазначити, що в деяких країнах (Польща, Чехія, Німеччина) озимий ріпак займає основне місце серед олійних культур. Потенціал врожайності насіння озимого ріпаку становить 3,6-4,0 т/га, озимого до 5,5 т/га.

Ріпак належить до родини капустяних (Brassicaceae). У виробництві поширені дві форми ріпака: **ярий, або кольза, і озимий**. Вид парус поділяють на два підвиди: oleifera, до якого відносять олійні форми (в тому числі й озимий ріпак), та garifera, до якого належать форми, що мають на коренях потовщення (бруква). За зовнішнім виглядом озимий ріпак схожий на свиріпу, але колір свиріпи трав'янисто-зелений, а **листки** вкриті жорсткими волосинками. **Корінь** ріпаку стрижневий з незначною кількістю мичкуватих корінців та кореневих волосків. Головний корінь проникає в ґрунт до 3 м. Стебло розгалужене, заввишки 70-150 см, сизе, іноді з фіолетовим відтінком. Листки сизі, поверхня їх, як і стебла, гола, неопушена. **Суцвіття** – гроно. Квітки відносно великі, жовті. **Плід** – стручок, при досяганні насіння розтріскується. Насіння темно-коричневе, майже чорне. Маса 1000 насінин 3-7 г.

68. Структура врожайності ріпаку (В.В. Сахненко, 2007)

Показники	Ріпак	
	ярий	озимий
Кількість рослин на 1 м ² , шт.	80	50
Кількість бічних пагонів на 1 рослині, шт.	3-4	6-7
Кількість стручків на 1 рослині, шт.	60-65	120
Кількість насінин у 1 стручку, шт.	16	18
Кількість насінин на 1 м ² , шт.	80000	10800
Маса 1000 насінин, г	4,5	5,0
Урожайність, т/га	3,6	5,4

В озимого ріпаку виділяють такі фази розвитку: бубнявіння насіння й формування сім'ядольних листків; утворення справжніх листків, розетки, стебла; бутонізація, цвітіння рослин і утворення стручків; фази стиглості насіння (зелена, технічна й повна). Перші три фази рослина проходить до зимівлі, а останні – після перезимівлі, у весняно-літній період. Структура врожайності ріпаку повинна мати наступні показники таблиця 65.

Біологічні особливості. За зимостійкістю ріпак поступається озимій пшениці, а тому посіви його розміщують у районах з м'якими зимами і достатнім сніговим покривом. Температурну стадію розвитку в осінньо-зимовий період ріпак проходить протягом 45-60 днів при середньодобовій температурі нижче 8°C. За весняної сівби озимий ріпак, як правило, не проходить температурну стадію і не дає квітконосних пагонів, але розвиває розетку з великим листям, яка досягає висоти 60-80 см.

Сходи озимого ріпаку з'являються на 5-7-й день після сівби. Сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту. Через 5-10 днів утворюються справжні листки. Зимує ріпак у фазі розетки з 5-7 листків, а навесні рано відростає. Через 10-20 днів після початку весняної вегетації настає фаза бутонізації. Від початку бутонізації до цвітіння минає 20-25 днів. Цвітіння рослин триває 25-30 днів. Ріпак є факультативним перехресно-запильником. Зерно досягає через 25-30 днів після цвітіння. Достигання, як і цвітіння, в межах суцвіття поширюється знизу вгору. Вегетаційний період культури (осінній і весняно-літній) триває 200-280 днів (табл. 69).

Озимий ріпак – рослина холодостійка, однак зимостійкість його слабка і залежить від сорту, температурних умов та загартування рослин. Ріпак легко витримує постійні зниження температури за нормальної вологості ґрунту і зовсім не витримує її коливань від мінус

10 до +10°C тепла. Особливо негативно діє на рослини коливання температури навесні при підвищенні вологості ґрунту. За цих умов корені дуже уражуються бактеріальною гниллю, від якої спостерігається іноді масова загибель посівів.

69. Стадії розвитку ріпаку за класифікацією ВВСН

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Суха насінина
01	Початок набрякання насінини
03	Кінець набрякання насінини
05	Вихід зародкового корінця з насінини
07	Гіпокотиль і сім'ядолі пробили насіннєву оболонку
08	Гіпокотиль і сім'ядолі ростуть на поверхні ґрунту
09	Сходи: сім'ядолі з'являються над поверхнею ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	Сім'ядолі повністю розпустилися
11	Перший справжній листок розпустився
12	Другий справжній листок розпустився
13	Третій справжній листок розпустився
1...	Стадії продовжуються до розпускання
19	Дев'ять і більше справжніх листків (міжвузля ще не розтягнуті)
МАКРОСТАДІЯ 2: РОЗВИТОК ПОБІЧНИХ ПАГОНІВ	
20	Бічні пагони відсутні
21	Початок розвитку бічних пагонів ,видно перший побічний пагін
22	Другий бічний пагін видно
23	Третій бічний пагін видно
2...	Стадії продовжуються до бічних пагонів
29	Дев'ять чи більше пагонів видно
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ В ДОВЖИНУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок росту в довжину
31	Видно перше розтягнуте міжвузля
32	Видно друге розтягнуте міжвузля
33	Видно третє розтягнуте міжвузля
3...	Стадії продовжуються до ...
39	Видно дев'ять і більше розтягнутих міжвузль

МАКРОСТАДІЯ 4:-	
МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК ЗАКЛАДАННЯ КВІТОК (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
50	З'являється первинний квітконос, який ще щільно закритий верхніми листками
51	Первинний квітконос видно серед верхніх листків зверху
52	Квітконос головного пагона вільний, в рівному положенні з верхніми листками
53	Квітконос над верхніми листками
55	Квітки первинного квітконоса видно (закриті)
57	Квітки вторинних квітконосів видно (закриті)
59	Перші пелюстки видно, квітки ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
60	Перші відкриті квітки
61	Десять відсотків відкритих квіток на головному пагоні, квітконос подовжений
62	Двадцять відсотків квіток на головному пагоні
63	Тридцять відсотків квіток на головному пагоні
64	Сорок відсотків квіток на головному пагоні
65	Повне цвітіння - п'ятдесят відсотків відкритих квіток на головному пагоні, перші пелюстки відпадають
67	Цвітіння закінчується – більшість пелюстків відпало
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ	
71	Десять відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
72	Двадцять відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
73	Тридцять відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
74	Сорок відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
75	П'ятдесят відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
76	Шістдесят відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
77	Сімдесят відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
78	Вісімдесят відсотків стручків досягли видо- або сортотипового розміру
79	Майже всі стручки досягли видо- або сортотиповості
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОСТИГАННЯ	
80	Початок дозрівання - насіння зелене
81	Десять відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
82	Двадцять відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне

83	Тридцять відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
84	Сорок відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
85	П'ятдесят відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
86	Шістдесят відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
87	Сімдесят відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
88	Вісімдесят відсотків стручків дозріли – насіння тверде і чорне
89	Повна стиглість. Майже все насіння на рослині тверде і чорне
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
97	Рослина відмерла
99	Збирання врожаю

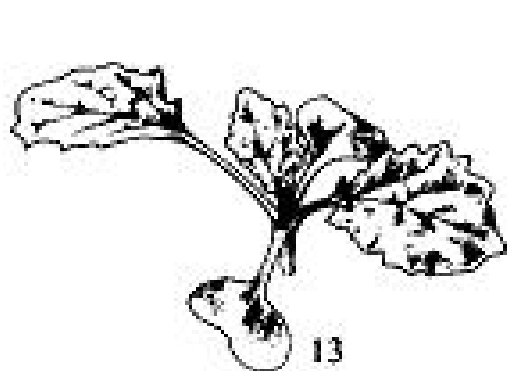
Загартування ріпаку краще відбувається у фазі розвиненої розетки листя при температурі 5°C тепла протягом 10 днів і мінус 3°C протягом наступних 5 днів. Рослини, що не пройшли загартування (при пізніх строках сівби), гинуть при зниженні температури до мінус 6-8°C. Добре загартовані рослини витримують зниження температури на глибині 1,5-2 см до мінус 12-14°C. При сніговому покриві 5-6 см завтовшки і більше, озимий ріпак витримує морози до 23-25°C.

Насіння ріпаку за весняної сівби починає проростати при 1-2°C, при висіванні восени – при температурі 15-18°C. Навесні озимий ріпак починає відростати при температурі ґрунту 3-4°C. Найсприятливіша для росту вегетативної маси температура 18-20°C. У період цвітіння і досягання насіння потреба в теплі підвищується, кращою температурою в цій фазі є 22-23°C. За високих температур пригнічується ріст рослин, знижується врожай насіння. Сума активних температур становить 1900-2100°C.

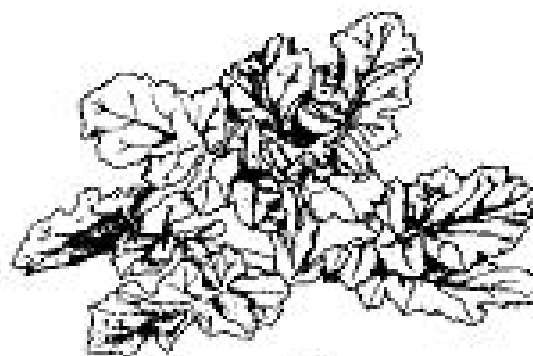
Озимий ріпак, що сформував розетку з 8-12 листків з діаметром кореневої шийки не менше 8-12 мм і довжиною стебла від 8 до 10 см, кореневу систему, яка сягає на глибину 90-115 см (довжина головного стрижня кореня 15-20 см) переносить температуру на рівні кореневої шийки до -12... -16 °C, а за наявності снігового покриву 2-6 см – до -25...-30°C. Однак ріпак не виносить затоплення і льодової кірки. Посіви ріпаку з недорозвиненою розеткою (4-5 листків), кореневою системою, яка сягає на глибину менше 90 см (головний стрижень 7-9 см), гинуть при температурі -10°C (рис. 31).

Причиною вимерзання озимого ріпаку може бути різке зниження

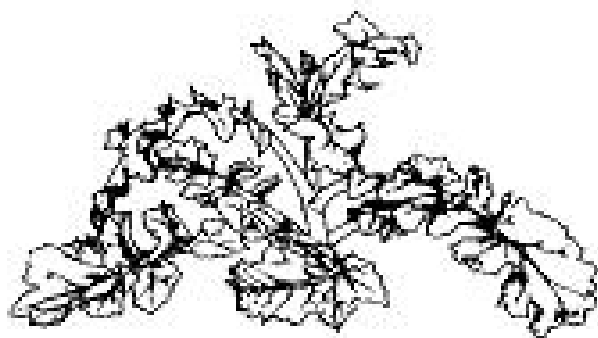
температури, за якої розриваються тканини, і рослини гинуть. Інколи вимерзання буває при настанні раптових холодів, коли рослини ще не загартувалися. Це може трапитися наприкінці осені – на початку зими, або навесні, після відновлення вегетації і при раптовому поверненні холодів. До вимерзання може призвести також швидке висихання верхнього шару ґрунту, що спричиняє обривання корневих волосків.



13



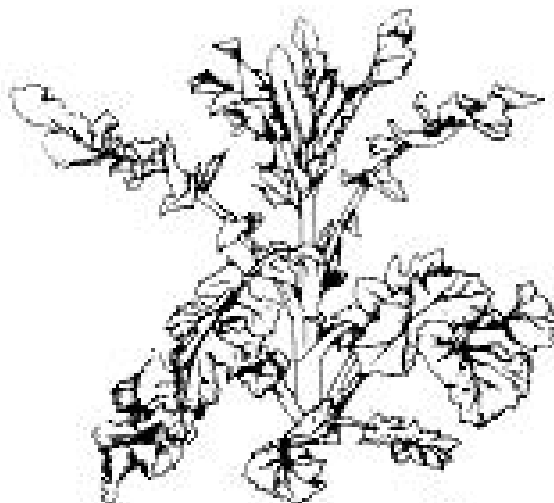
18



32



51 (Detail)



51

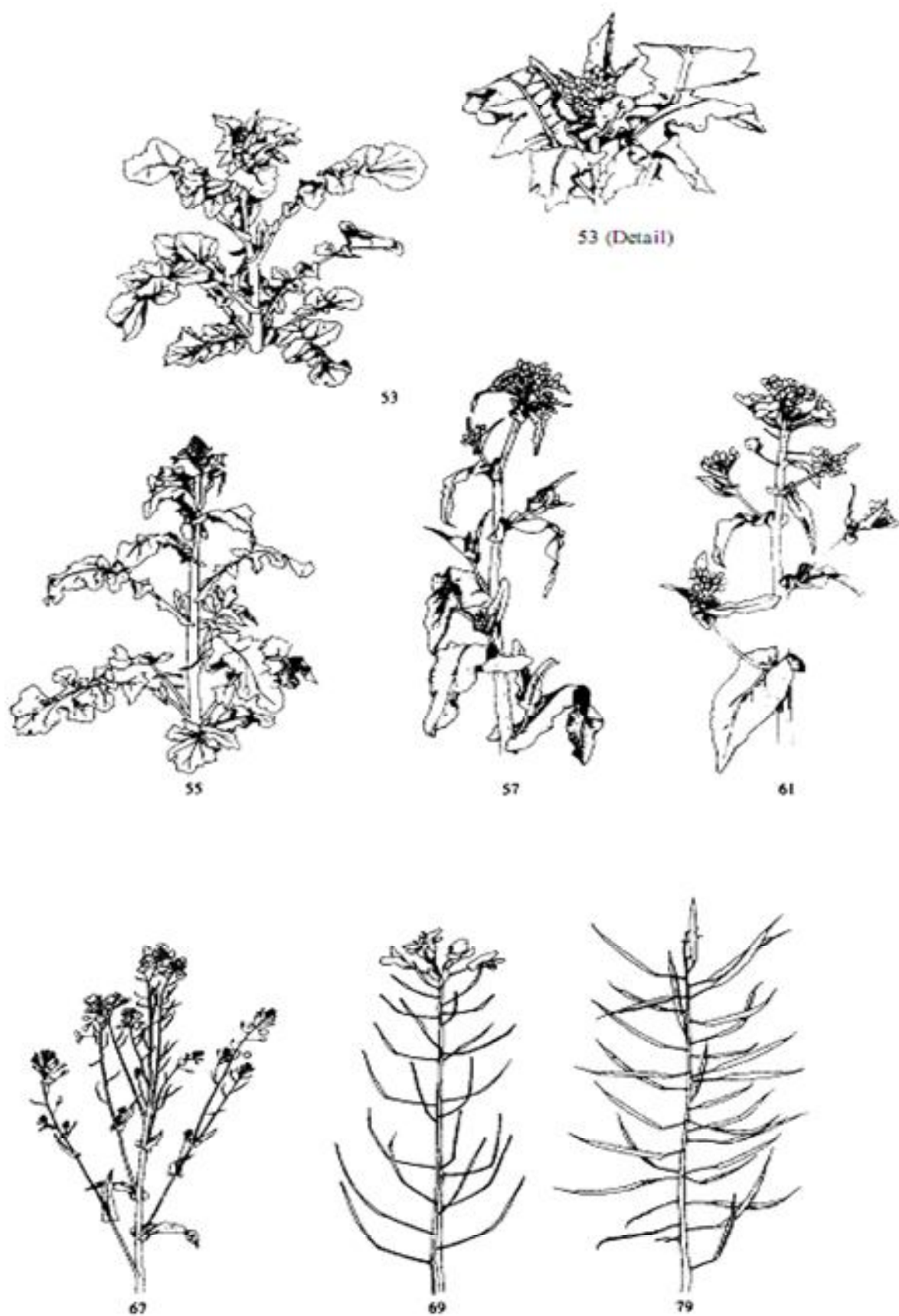


Рис. 31. Стадії розвитку ріпаку

Ріпак – вологолюбна рослина, він вимогливий до вологи протягом усієї вегетації. **Транспіраційний коефіцієнт** 500-750. Особливо пригнічується при нестачі вологи в перші півтора-два місяці життя, коли інтенсивно розвиває кореневу систему. Тому восени посуху витримує погано, а навесні досить стійкий проти неї. Найбільша потреба у воді спостерігається в період бутонізації-цвітіння-наливання насіння.

Потрібна кількість води при набубнявінні та проростанні дорівнює приблизно 50-60% маси абсолютно сухої насінини. За даними Укргідрометеоцентру, для дружніх сходів озимого ріпаку і подальшого початкового росту необхідно, щоб запас продуктивної вологи в орному шарі сягав 20 мм. Оптимальний показник зволоження для його посівів – значення гідротермічного коефіцієнта 1,4-1,6. У замкнутих пониженнях, на ділянках з близьким розміщенням ґрунтових вод, які виходять на поверхню, рослини знижують продуктивність, відстають у рості, затримуються в розвитку і навіть відмирають, якщо знаходяться під затопленням понад два тижні. Ґрунтові води при вирощуванні ріпаку повинні залягати не ближче 1,5-2 м від поверхні ґрунту. При річній сумі опадів 600-700 мм ріпак формує високу продуктивність, при 500-600 мм – задовільну, а якщо вона менше 400 мм, урожаї помітно знижуються.

Ріпак – рослина довгого світлового дня. Він при проростанні виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі.

Ріпак має підвищені вимоги до родючості ґрунту. З врожаєм 25 ц/га насіння, озимий ріпак виносить з ґрунту азоту 125 кг/га, фосфору – 60 і калію – 75 кг/га. Високі врожаї його можна мати лише на окультурених родючих ґрунтах. Ріпак потребує родючих ґрунтів із задовільною водо- і повітропроникністю, із нейтральною або слабнокислою реакцією ґрунтового розчину. Найбільш придатні для нього чорноземи, темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти. Не придатні важкі ґрунти з глинистим підґрунтям, особливо при підвищеній вологості. Корені, що проникають у таке підґрунтя, загнивають, і ріпак гине.

Озимий ріпак відновлює вегетацію рано навесні і швидко росте. Зацвітає на початку травня, а досягає в кінці червня – на початку липня. **Ріпак** – культура перехреснозапильна, тому потрібна просторова ізоляція щонайменше 500 м, яка також захищає від шкідників і хвороб.

Хоча ріпак здатний до самозапилення, але його відносять до **факультативно-перехреснозапилювальних** рослин, з порівняно високим відсотком самозапилення. Про здатність ріпаку до перехресного

запилення свідчать добре розвинені нектарники, розміщені біля основи пиляків з їхнього внутрішнього боку. При цьому нектар, що виділяється квітками, є принадою для комах, які відіграють важливу роль у його запиленні. За допомогою комах запилюється від 4 до 20% квіток. Ріпак добрий медонос: з гектара посіву ріпаку одержують 90-100 кг меду.

Технологія вирощування

Районовані сорти озимого ріпаку в Україні: для використання на зерно і корм (з низьким вмістом ерукової кислоти і глюкозинолатів) – Бажаний, Геліо, Дембо, Ландар, Атлант, Алігатор, Горинський, Оділа, Дангал, Лідаржет, Надія, Омікрон, Ранок Поділля, Чорний велетень; для технічних потреб (з низьким вмістом ерукової кислоти) – Антарія, Горизонт, Світоч, Митницький 2, Ксаверівський, Федорівський поліпшений.

Попередники. Для озимого ріпаку найдоцільніше створити спеціалізовані ріпаково-зернові сівозміни з максимальним насиченням цими культурами. Не слід сіяти його на площах, де вирощувалися цукрові буряки, так як виникає небезпека поширення нематоди, оскільки вона є шкідником і для ріпаку. Вирощування ж ріпаку і зернових культур в одній сівозміні поліпшує фітосанітарний стан ґрунту, зводить до мінімуму зараження зернових кореневими гнилями. Де не вирощуються цукрові буряки, ріпак розміщують у будь-якій сівозміні, з поверненням його на попереднє місце через 4-5 років.

Попередники ріпаку повинні рано звільняти площі, сприяти знищенню бур'янів, створенню доброї структури з достатньою кількістю поживних речовин. Тому найкращі попередники для нього – багаторічні трави на 1 укіс, однорічні трави, зернобобові. У районах правобережного Лісостепу кращими попередниками для нього є горох, конюшина. У західних областях України з достатньою кількістю опадів і тривалою осінню, високі врожаї його вирощують також після кормових бобів та кукурудзи на силос. Задовільні – зернові культури, проте овес і яра пшениця – несприятливі попередники для озимого ріпаку.

Обробіток ґрунту. Підготовка ґрунту під ріпак – найважливіший агрозахід, від якого залежить поява своєчасних рівномірних сходів, розвиток кореневої системи.

Після багаторічних трав обробіток починається з лущення дисковими знаряддями. Вносять мінеральні добрива й орють на глибину 20-22 см обов'язково в агрегаті з котками й боронами. Доводять поле до посівної готовності за допомогою БІГ-ЗА, КПС-4 тощо.

Після зернобобових, зернових культур, однорічних трав добрі результати дає вчасно і якісно проведений поверхневий обробіток дисковими знаряддями (БДТ-7, БДВ-6,3), із наступним доведенням ґрунту до стану готовності до сівби за допомогою голчастих дисків БГ-3А, БПШ-8, культиваторів УСМК-5,4, котків ЗККШ-6 та інших.

Передпосівний обробіток ґрунту краще проводити комбінованими агрегатами типу “Європак”, АРП-3, АКГ-4 “Борекс” тощо на глибину загортання насіння. Вони за один прохід забезпечують високу якість підготовки ґрунту і значну економію пального.

Удобрення. Ріпак потребує більшої кількості добрив, ніж зернові. Для створення однієї тонни зерна ріпак виносить із ґрунту: азоту – 60-70; фосфору – 30-40 і калію – 50-60 кг. Близько 20-25% від потреби в елементах живлення, він використовує з ґрунтових запасів, а решту треба вносити у вигляді органічних (30-40 т/га) та мінеральних добрив (45-60 кг/га діючої речовини), особливо коли планується врожайність у межах 30-40 ц/га.

На ґрунтах середнього рівня родючості необхідно вносити $N_{120}P_{60}K_{60}$. Фосфор, калій та N_{60} вносять під основний обробіток ґрунту, а азот дозою N_{60} доцільно застосовувати для підживлення на початку відновлення вегетації.

Норми внесення мінеральних добрив залежно від очікуваної урожайності показані в таблиці 70.

70. Норми мінеральних добрив при вирощуванні насіння ріпаку озимого (В.В. Лихочвор, 2004 р.)

Очікувана урожайність, т/га	Попередник	Орієнтовна норма добрив, кг/га д. р.		
		N	P_2O_5	K_2O
2,0–2,5	Багаторічні трави	80	60	90
2,5–3,0		120	70	140
3,0–3,5		160	80	170
3,5–4,0		200	90	200
4,0–4,5		240	100	220

Підготовка насіння до сівби. Для насіння ріпаку не потрібен період післязбирального дозрівання. Його можна використовувати для сівби відразу ж після очистки і просушування. Кращі результати по продуктивності насіння одержують при сівбі торішнім насінням. За 10-15 днів до сівби насіння протруюють препаратом роялфо з розрахунку 2-3 л/т насіння.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Для озимого ріпаку строк сівби має вирішальне значення для перезимівлі й збереження рослин.

Практика підтвердила, що оптимальні строки сівби ріпаку настають за 15-20 днів раніше оптимальних строків сівби озимої пшениці. Встановлено, що ранні посіви в наступному році швидше проходять фази свого розвитку і менше пошкоджуються ріпаковим трачем. Проте, при надто ранній сівбі, ріпак дуже переростає, що призводить до зниження його зимостійкості.

Кращими строками сівби для нього є період з 15 по 25 серпня в лісостеповій зоні та з 20 серпня по 5 вересня – у степовій.

Ріпак, як правило, сіють звичайним рядковим способом із міжряддям 15 см та широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см.

На засмічених полях його необхідно сіяти широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см. При цьому використовують сівалки: спеціалізовану пневматичну СПР-6, овочеву СО-4,2, СЗТ-3,6 з обов'язковою герметизацією. Ріпак також сіють сівалками: зернотрав'яними (СЗТ-3,6А), лляною (СЗЛ-3,6), буряковою (ССТ-12Б). Добре зарекомендували себе на сівбі сівалки “Містраль 6000”, СПУ-6Д, “Акорд”, “Амазоне” та ін.

Норма висіву при сівбі з міжряддям 15 см становить 1,6-2,0 млн./га або 7-10 кг/га, а з міжряддям 45 см – 1,0-1,2 млн. схожих насінин на 1 га, або 4-6 кг/га. Оптимальна густота стояння рослин повинна становити восени 80-120, а навесні – 60-80 шт./м².

Треба мати на увазі, що головною умовою вирощування ріпаку є одержання своєчасних і дружних сходів, а це можливе лише при загортанні насіння у вологий ґрунт на глибину 1,5-3,0 см.

Догляд за посівами. Одразу ж після сівби посіви коткують кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6. Після появи сходів у фазу розетки посіви боронують.

Восени й навесні проводять міжрядний обробіток широкорядних посівів. Посіви з густотою 60-100 рослин на 1 м² залишають на насіння, з густотою більше 120 шт./м² доцільно використати на зелений корм, а з густотою менше, ніж 30 рослин на 1 м², необхідно вибракувати.

Озимий ріпак добре реагує на внесення азотних добрив рано навесні, тому при першій же можливості необхідно провести підживлення посівів у дозі N₃₀. На широкорядних посівах проводять 1-2 розпушування міжрядь.

Важливим заходом збереження посівів від шкідливої дії морозів є снігозатримання. Для цього рекомендується разом з ріпаком через кожні 1,5 м, висівати по одному рядку білої гірчиці. До початку зими стебла гірчиці дерев'яніють і взимку добре затримують сніг. У західних

областях ріпак на зиму підгортають, що також підвищує його зимостійкість.

Збирання врожаю. Збирання проводять роздільним способом. Пряме комбайнування застосовується тільки на площах чистих від бур'янів, при рівномірному досяганні рослин, або коли вже пройшли строки роздільного збирання. **Скошування рослин** у валки починають у фазі жовто-зеленої стиглості, коли в нижніх стручках центральної гілки більшості рослин насіння має характерний для сорту чорний, коричневий або жовтий колір, а вологість насіння становить близько 30%.

Пряме комбайнування починають до настання повної стиглості стручків на всій рослині при вологості насіння 11-15%. Перестиглі насінини (при вологості 9% і нижче) дуже обсіпаються від доторкань мотовила.

Скошують ріпак широкозахватними жатками ЖВН-6. Зрізані рослини погано звільняють жатку, намотуються на її мотовило. Також застосовують жатки ЖНУ-4, ЖРБ-4,2, ЖБА-3,5. Усі вони агрегуються із самохідними косарками Е-502, Е-303.

На збиранні ріпаку використовують вітчизняні комбайни серійного виробництва “Лан” та “Славутич”. Вони в агрегаті зі спеціальними приставками та пристроями можуть обмолочувати дрібнонасінневі культури. Щоб запобігти травмуванню насіння, валки обмолочують при 600 об./хв. барабана, а при прямому комбайнуванні число обертів барабана збільшують до 800 об./хв. Ворох насіння ріпаку, що надходить від комбайна, може містити значну кількість насіння бур'янів, рослинних решток із високою вологістю і потребує термінової очистки, щоб запобігти самозігріванню. Слід пам'ятати, що навіть короткочасне зігрівання вороху призводить до різкого зниження посівних і товарних якостей насіння.

Для прискорення і одночасного дозрівання проводять **десикацію** за 7-14 днів до збирання *реглоном* (2-3 л/га), а за 12-14 днів – використовують *басту* (1,5 л/га). На запирієних площах доцільно використати при побурінні 70% стручків у ріпаку, або за 2 тижні до збирання, гербіциди *раундап* (3,0 л/га), *домінатор* (3 л/га), *гліфоган* (3,0 л/га). Вони знищують бур'яни і підсушують рослини. Десикація зменшує втрати насіння при збиранні та економить витрати енергії на досушування насіння.

Сьогодні, широко використовують на посівах ріпаку за 2-3 тижні до збирання та при пожовтінні 70-75% стручків, але до утворення пергаментної структури, склеювачі *Спондам* (0,6-1,0 л/га), *Еластік* (1,0-

1,3 л/га), “Нью Фільм 17” (0,7 л/га), які запобігають передчасному розтріскуванню стручків. Розчин цих препаратів, нанесений на стручки, створює полімерну мембрану, яка регулює водний баланс і запобігає розтріскуванню та висипанню насіння. Плівка еластична і може розтягуватися слідом за ростом стручка.

Ріпак ярий (*Brassica napus*)

В насінні ярого ріпаку міститься 35-45% слабковисихаючої олії (йодне число 101), 20-26% білка, 17-18% вуглеводів. Олія з ярого ріпаку має чудові харчові якості і також широко використовується в різних галузях народного господарства. Макуха з низькоерукових сортів є добрим кормом для тварин, а макуха з нових “00” сортів – ще й високобілковий компонент для виробництва продуктів харчування.

Зелена маса використовується на корм. У ній міститься 4,9-5,1% білка, що удвічі більше, ніж у зеленій масі кукурудзи та соняшнику. Ярий ріпак вирощують у післяукісних, післяжнивних та проміжних посівах.

Батьківщиною ярого ріпаку є Європа. Нині він дуже поширений у Канаді, Китаї, Індії, Пакистані, де займає площу більшу, ніж озимий ріпак. В Україні найбільше сіють ріпак ярий у Сумській, Київській, Чернігівській, Житомирській та Вінницькій (1,7 тис. га) областях.

Біологічні особливості. Ярий ріпак – однорічна рослина з родини капустяних, яка менш вибаглива до умов вирощування.

Ярий ріпак холодостійка рослина. Насіння проростає при температурі 1-3°C, сходи переносять заморозки 3-5°C, а дорослі рослини – до мінус 8°C. Найкраще росте вегетативна маса при температурі 18-20°C. Під час цвітіння і достигання насіння оптимальною є температура 23-25°C.

Ярий ріпак – вологолюбна рослина. Найбільше води рослини поглинають у період бутонізація-цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт становить 500-650.

Ярий ріпак – рослина **довгого дня**.

До **грунтів** ріпак не дуже вибагливий. Не придатні для нього лише легкі піщані та солонцюваті ґрунти, високий та сталий врожай ріпаку отримують при розміщенні його на ґрунтах з такою агрохімічною характеристикою:

вміст гумусу, %	– не менше 1,1
кислотність ґрунту, рН	– 5,8-6,5
фосфор, мг на 100 г ґрунту	– 6,0-7,5

магній, мг на 100 г ґрунту	– 5,0-7,0
сірка, мг на 1 кг ґрунту	– 30,0-60,0
марганець, мг на 1 кг ґрунту	– 15,0

Сума ефективних середньодобових температур за вегетацію становить 1700-2100°C. Сходи з'являються через 4-10 днів після сівби, від сходів до цвітіння проходить 45-60 днів. Тривалість вегетаційного періоду 80-110 днів.

Технологія вирощування

Сорти ярого ріпаку повинні мати низький вміст ерукової кислоти і глюкозинолатів: Аїра, Марія, Оксамит, Оріон, Земир 2, Калинівський, Клітинний 1, Клітинний 8, Ліга, Микитинський, Отаман, Титан.

Попередники. Ярий ріпак висівають у полі, призначеному під ярі зернові культури. Найвищі врожаї він дає після картоплі, кукурудзи, буряків, озимої і ярої пшениці, ячменю, зернобобових культур і багаторічних трав. Часто ярим ріпаком замінюють озимий, коли той гине внаслідок несприятливих умов перезимівлі.

Обробіток ґрунту. Після стерньових попередників проводять 2-3 луцення дисковими і лемішними луцильниками на глибину 6-8 і 8-10 см. Під зяб орють у кінці вересня – на початку жовтня на глибину 20-22 см, а на важких ґрунтах – на 25-27 см.

Весною застосовують систему мінімального обробітку ґрунту. На вирівняних полях обмежуються однією передпосівною культивацією на глибину 4-5 см.

Удобрення. Ярий ріпак досить добре реагує на внесення органічних і мінеральних добрив при використанні як на насіння, так і на зелений корм. Під нього потрібно внести 25-30 т/га органічних добрив. Ярий ріпак добре використовує післядію органічних добрив внесених під попередник. У залежності від попередників, наявності поживних речовин у ґрунті, під ярий ріпак вносять $N_{60-120}P_{60-120}K_{80-120}$ (табл. 71). У зоні Полісся найвищу врожайність зеленої маси ріпаку забезпечило внесення мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{90}K_{120}$. У прифермських сівозмінах під ярий ріпак застосовують рідкий гній з нормою внесення 50-100 м³/га.

Підготовка насіння до сівби. Насіння ріпаку очищають, сортують, перед сівбою протруюють вітаваксом 200 (2,0-3,0 кг/т). Для підвищення як продуктивності, так і стійкості рослин проти хвороб, протруєння насіння поєднують з обробкою одним із регуляторів росту рослин: біотрансформатор, гр. (8 гранул/т); вермістим, р. (3-10 л/т); емістим С,

в.р. (10 мл/т); реастим, р. (5-8 л/т); трептолем, р. (20 мл/т).

71. Норми мінеральних добрив при вирощуванні насіння ріпаку ярого (В.В. Лихочвор, 2004 р.)

Очікувана урожайність, т/га	Попередник	Орієнтовна норма добрив, кг/га д. р.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2,0-2,5	Картопля	60-80	30-40	60-80
	Зернобобові	60-80	45-60	80-120
	Однорічні трави	70-100	45-60	80-120
	Зернові колосові	80-120	45-60	80-120

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіють ярий ріпак звичайним рядковим способом (ширина міжрядь 15 см) з нормою висіву 2,5-3,0 млн./га схожих насінин, що становить 10-12 кг/га.

На засмічених полях сіють ріпак широкорядним способом (45 см). Норма висіву насіння ярого ріпаку складає 4-6 кг/га, що забезпечить на 1 м² – 120-140 сходів рослин. При пізніх строках сівби густота стояння зростає до 150 рослин на 1 м², або 6-8 кг/га. Глибина загортання насіння ріпаку залежить від механічного складу ґрунту, так на легких ґрунтах вона становить 2,5-3,0 см, на важких – 1,5-2,0 см.

Сіють ярий ріпак відразу після ранніх зернових.

Догляд за посівами і збирання ярого ріпаку такі самі, як і озимого.

Рицина (*Ricinus*)

За походженням – африканська рослина. З її насіння (містить 50-55% олії) виробляють касторову олію, яка має високу в'язкість, слабо розчиняється в бензині та інших органічних барвниках, не застигає при низьких температурах, що ставить її в ряд особливо цінних мастильних матеріалів. Олія рицини невисихаюча (йодне число 82-86), однак після дегідратації вона перетворюється в швидковисихаючу і її використовують для приготування високоякісної оліфи. Після попередньої переробки із касторової олії одержують себацинову кислоту, необхідну для виготовлення пластмас та інших синтетичних матеріалів.

Рицинову олію використовують у різних галузях промисловості, а також в медицині для виготовлення ліків.

Олію одержують з насіння гарячим або холодним пресуванням. Гаряче пресування забезпечує більший вихід олії, проте якість її гірша, бо в олію з насіння потрапляють отруйні речовини – дуже токсичний білок та алкалоїд меншої токсичності – рицинін. Тому така олія придатна тільки для технічних потреб. Для виготовлення ліків використо-

вують касторову олію, відпресовану холодним способом. Давно відома касторова олія в медицині як проносний засіб.

Макуха рицини отруйна незалежно від способу виготовлення і для годівлі тварин (крім лисиць) без спеціальної обробки (детоксикації) непридатна. Вона містить близько 45% білка і є цінною сировиною для виготовлення клею, який використовують у деревообробній та інших галузях промисловості. У сільському господарстві з рицинової макухи виготовляють принади для шкідників та вносять її в ґрунт як добриво (містить близько 7% азоту та 1,7% фосфорної кислоти).

У стеблах рицини багато калію та інших поживних речовин, тому при заорюванні їх в подрібненому вигляді значно підвищується родючість ґрунту.

Листя рицини можна використовувати для вигодовування деяких видів шовкопряду (ері), які виробляють жовте волокно.

Посіви рицини сконцентровані головним чином у тропічних і субтропічних країнах, займаючи 1,3 млн. га, її урожайність – 9,3 ц/га, виробництво – 1,2 млн. т. Основні посіви її в Південній і Південно-Східній Азії та Південній Америці. Найбільше виробляють насіння рицини в Індії, Бразилії, Китаї, вирощують її в Еквадорі, Таїланді, Пакистані, Індонезії, Україні. В Україні рицину почали вирощувати з часів радянської влади. Площі посівів було доведено до 110-120 тис. га. Зосереджені вони в південних областях України: Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській та АР Крим. В умовах Вінницької області площі посіву рицини не перевищують 30 га.

Біологічні особливості, сорти. Рицина (*Ricinus communis*) належить до роду *Ricinus*, родини молочайних (*Euphorbiaceae*). У країнах з тропічним та субтропічним кліматом вона росте й розвивається як багаторічна рослина з деревоподібним стеблом до 10-12 м заввишки та 20 см в діаметрі. Тривалість життя її тут досягає 10 років. У районах з помірним кліматом (південь України) рицину вирощують як однорічну рослину. Рід *Ricinus* поділяється на три види: **дрібноплідний** (*Ricinus microcarpus* g. Pop.), **крупноплідний** (*Ricinus macrocarpus* g. Pop.) і **занзибарський** (*Ricinus sancibarinus* g. Pop.). Найбільше поширені в Україні дрібноплідний і крупноплідний види. Кожен з цих видів поділяють на підвиди й екотипи. В Україні вирощують рицину двох підвидів: *персидського* (*Ricinus microcarpus* ssp. *persicus* g. Pop.) і *сангвінеус* (*Ricinus macrocarpus* ssp. *sanguineus* g. Pop.).

Стебло рицини заввишки 1-3 м, порожнисте, розгалужене, забарвлене в різний колір, нерідко вкрите восковим нальотом. Листки великі,

зелені чи бурі, з пальчасто-роздільними листовими пластинками. **Коренева система** добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину 3 м і більше. **Квітки** зібрані в суцвіття – грона до 60-80 см завдовжки. Залежно від сорту і умов вирощування їх буває на рослині від 1 до 10 і більше. Квітки дрібні, зелені, роздільностатеві. Запилення перехресне. Цвітіння і досягання відбувається поступово – знизу до верху грона. Спочатку досягає насіння центрального грона, а потім бічних.

Плід – тригнізда коробочка з однією насінною в кожному гнізді. Коробочки кулясті і вся поверхня їх вкрита шипами. У багатьох сортів при досягненні коробочки розтріскуються. **Насіння** рицини велике, має блискучу, крихку, сіро мармурову оболонку з буруватими або червоними плямами. Ядро біле. Маса 1000 насінин від 200 до 500 г. Вміст олії в насінні становить 47-53, а в ядрі – 64-69%.

Насіння сортів персидського підвиду починає проростати при 8-10°C, у більш теплолюбного підвиду сангвінеус – при 12-13°C.

В польових умовах сходи при температурі ґрунту 10-12°C з'являються через 20-25 днів, при 14-16°C – через 12-14, а при 18-20°C – через 9-11 днів. Сходи рицини гинуть при мінус 1°C, а осінні заморозки мінус 3°C гублять дорослі рослини. В умовах Степу України рицина, до настання осінніх заморозків, встигає досягнути.

Рицина – рослина **короткого дня**, світлолюбна. Нестача світла у фазі 2-3 листків (період формування генеративних органів) негативно позначається на її продуктивності. Затінення сходів бур'янами, а також взаємозатінення затримує формування репродуктивних органів. Тому дуже важливо своєчасно сформувати оптимальну кількість рослин на площі та вчасно знищувати бур'яни.

Вимогливість до **вологи** у рицини підвищена. Рицина погано витримує як ґрунтову, так і повітряну посуху. При нестачі вологи в ґрунті, врожай різко знижується, а при посушливій погоді спостерігається масове осипання квіток та плодів; водночас помітно знижується вихід олії. Найбільшої кількості води рослини потребують у фазі цвітіння та наливу насіння. У цей період, який у рицини є критичним, під час посухи відмирає листя, опадають квітки та коробочки. Оптимальна вологість ґрунту по періодах вегетації коливається в межах 70-80% НВ, **транспіраційний коефіцієнт** знаходиться в межах від 300 до 630.

Дуже вимоглива рицина й до **родючості ґрунту**. Найкращими для неї є чорноземи і каштанові ґрунти легкого механічного складу. Внесення органічних і мінеральних добрив сприяє підвищенню врожаю. На чорноземах та каштанових ґрунтах найбільш ефективні

фосфорні добрива. В перерахунку на центнер врожаю насіння, рицина забирає з ґрунту азоту 6,9, фосфору 1,6 і калію 5,8 кг.

Технологія вирощування

В Україні районовані такі **сорти рицини**: Громада, Хортицька 1, Хортицька 3, Хортицька 7, Олеся, Роксолана, Росава, Донська крупнонасінна, Кубанська 15 та ін.

Попередники. Посіви рицини розміщують після кращих попередників – озимої пшениці, зернобобових, зайнятих парів. Не слід сіяти рицину після культур, які висушують ґрунт – соняшнику, кукурудзи на зерно. Щоб зменшити ураження фузаріозом, рицину сіють на тому ж полі не раніше, як через 8 років. Рицина є добрим попередником для зернових культур.

Обробіток ґрунту. Після збирання озимих проводять лущення на глибину 8-10 см з боронуванням, а в посушливу погоду і з коткуванням. Орють на зяб у другій половині вересня – на початку жовтня на глибину 25-27 см.

Передпосівний обробіток полягає в ранньому боронуванні в один-два сліди і кількох наступних культиваціях, які проводять у міру потреби від початку весняних робіт до сівби рицини. Передпосівний період використовують для очищення поля від бур'янів та збереження вологи в ґрунті. Перший раз культивують на глибину 10-12 см упоперек напрямку оранки.

Удобрення. Одним з важливих засобів підвищення врожаїв рицини є внесення мінеральних добрив. Досить ефективним є припосівне внесення мінеральних добрив, при цьому найбільший приріст урожаю забезпечує норма $N_{10}P_{20}$. За посушливого клімату степової зони України та підвищеного вмісту в ґрунтах калію, під зяблеву оранку вносять переважно азотні та фосфорні добрива в нормі $N_{40-60}P_{60-90}$. Збільшення норм добрив на незрошуваних землях дає незначні прирости врожаю і окупність їх при цьому зменшується.

На добре забезпечених калієм ґрунтах, внесення калійних добрив неефективне. На менш забезпечених, одночасно з фосфорними під оранку вносять калійні добрива з розрахунку 40-60 кг/га.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують кондиційне (РН 1-3) насіння районованих і перспективних сортів або гібридів першого покоління (F_1), схожість якого не менше 80%, чистота 98%. Перед висіванням насіння піддають сонячно-повітряному обігріванню і протруюють бенлатом, колфуго-супер (2 кг/т) чи іншими протруюва-

чами для захисту від хвороб, застосовуючи спеціальні потруювальні машини АПС-4, ПСШ-3, ПСШ-5.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіють рицину в період стійкого потепління, коли середньодобова температура ґрунту на глибині загортання насіння досягає 10-12°C і мине небезпека загибелі сходів від приморозків. Для південних районів України кращими строками сівби рицини є кінець квітня.

Рицину висівають широкорядним пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см. На 1 га має бути 40-50 тис. рослин. При пунктирному способі сівби на метр довжини рядка висівають по 5-6 насінин. Для дрібнонасінних сортів норма висіву становить 10-12 кг/га, крупнонасінних – 20-25 кг/га. Сівбу здійснюють сівалками СУПН-8, СУПН-12 або СПЧ-6М в агрегаті з тракторами МТЗ-80, ЮМЗ-6, Т-70С при ширині міжрядь 70 см, а також спареними сівалками в агрегаті з тракторами Т-150.

Оптимальною густотою рослин на час збирання урожаю вважається: для середньогалузистих сортів – 50-60, сильно галузистих – 30-40 тис./га. З урахуванням польової схожості насіння та можливого пошкодження рослин у період вегетації, норму висіву схожого насіння збільшують проти оптимальної густоти посіву на 15-20%. Насіння загортають на глибину 7-8, а при недостатній вологості ґрунту – 10 см.

Тривалість оптимального строку сівби рицини для одного поля – один-два дні, для господарства – 5-6 днів. Розрив між передпосівною культивацією і сівбою – не більше одного дня.

Швидкість руху агрегату під час сівби сівалкою СУПН-8 становить 6-8, сівалкою СПЧ-6М – 5-6 км/год.

Догляд за посівами. Коткувати посіви не рекомендується, оскільки це призводить до обламування сім'ядолей під час з'явлення сходів і зниження врожаю.

Догляд за посівами починають з боронування, яке проводять у міру потреби, припиняючи за 4-5 днів до з'явлення сходів. Особлива потреба в боронуванні буває в холодну дощову погоду, коли сходи з'являються через 20-25 днів. Як тільки з'являються сходи, проводять культивацію міжрядь. Коли на рослинах з'являються по 3-4 справжні листки, посіви проріджують. При пунктирному способі сівби на метрі довжини рядка залишають по 3-4 рослини. Густота насадження повинна становити в південних районах Степу 40-45, а в північних – 50-55 тис./га.

Кількість і глибину розпушувальних встановлюють з урахуванням забур'яненості поля і погодних умов. Першу культивацію проводять на глибину 6-7, а другу – на 9-10 см. У подальшому в дощову погоду та на

зрошуваних ділянках глибину культивації збільшують до 10-12, а в посушливу – зменшують до 6-7 см.

Велике значення для збільшення врожаю має зрошення.

Для підвищення врожаю і прискорення досягання рекомендується **пінцирування** рицини. Проводять його двома способами – **прищипуванням точки росту головного стебла** рослин у період утворення 4-5 справжніх листочків (застосовують у південних районах) або **прищипуванням точки росту на бічних гілках** під час утворення 2-3 листочків. На насінних ділянках пінцирування проводять лише на бічних гілках. Воно сприяє кращому розвитку центрального грона і прискорює досягання та підвищення врожаю на 1,5-2,5 ц/га.

Збирають рицину в два-чотири прийоми, в міру досягання окремих грон. У першу чергу досягає центральне грона, орієнтовно через 2 тижні досягають грона першого порядку, а через 3-4 тижні – другого. Збирати врожай починають в період побуріння на суцвітті окремих нижніх коробочок.

Зрізані грона звозять на токи, спеціально підготовлені для висушування та обмолоту, розкладають шаром 10-12 см і часто перемішують. При досягнанні коробочки розтріскуються.

Насіння досушують до вологості 10% і зберігають у сухих приміщеннях насипом шаром до 1,5 м.

Врожай сортів, у яких коробочки при досягнанні не розтріскуються, можна збирати переустаткованими комбайнами ККС-6 при повному досягнанні насіння. Щоб прискорити досягання врожаю й поліпшити умови збирання, проводять дефоліацію. Для цього за 10-15 днів до збирання рослини обприскують розчином хлорату магнію або іншими дефоліантами.

Льон (*Linum*)

Льон – дуже давня культурна рослина, його вирощували для отримання волокна та насіння. Льон олійний є сировиною для виробництва технічної олії.

Доброякісну олію використовують у деяких галузях промисловості: лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, автомобільній, суднобудівній та ін., а також у миловарінні, медицині. Широко використовують макуху льону олійного, яка містить 33,5% білка та близько 9% жиру і за кормовими якостями переважає макуху інших рослин для годівлі тварин.

Насіння льону олійного містить 45-50% олії, яка швидко висихає (йодне число 175-195), утворюючи тонку гладеньку блискучу плівку. Кормова цінність 1 кг насіння дорівнює 1,8 кормових одиниць, а 1 кг макухи – 1,2 к. од. В стеблах міститься до 15% волокна, придатного для виготовлення грубих тканин та шпагату. Соломка льону олійного містить до 50% целюлози, з неї виготовляють папір, картон. З відходів (костриці) виготовляють будівельні плити.

Льняне волокно характеризується високими технологічними якостями, за міцністю воно в 2 рази перевищує бавовникове і в 3 рази вовняне. Його використовують для виробництва побутових, технічних, тарних та пакувальних тканин. Льняні тканини дуже стійкі проти гниття. У стеблах льону утворюється 25-31% волокна.

Льон увійшов у побут людини таких країн, як Індія, Китай, Єгипет, а також країн Закавказзя за 4-5 тис. років до н. е. Перші слов'янські племена також добре знали цю культуру і вміли виготовляти з льону прядиво, а з насіння – олію. В XII – XIV ст. льон стає основною технічною культурою в усіх руських князівствах.

Нині серед зарубіжних країн найбільші площі льону олійного зосереджені в США, Індії, Канаді, Аргентині. Загальна світова площа його становить близько 6 млн. га. Середня світова врожайність насіння льону 5-6 ц/га. В Україні льон олійний вирощують у степовій і лісостеповій зонах. На території Вінницької області площі посіву льону не перевищують 6,01 га. Урожайність насіння льону олійного у кращих господарствах сягає 10 ц/га і більше.

Льон належить до виду *Linum usitatissimum* L. (льон звичайний) родини льонових (*Linaceae* L.), яка об'єднує близько 200 видів як однорічних, так і багаторічних рослин. В межах виду *Linum usitatissimum* *brevimu* *Iticanlia* в культуру увійшли виключно однорічні форми з коробочками, які не розтріскуються.

Найпоширенішим підвидом льону в Європі та Азії є *євразійський*. До нього належать такі екотипи: *довгунець*, *межеумок*, *кучерявець* та *сланкий*. Виключно на олію вирощують льон-кучерявець. Льон-кучерявець – однорічна трав'яниста рослина 20-45 см заввишки, в поливних умовах вища, кущиста, з великою кількістю коробочок. Розгалуженість стебла і кількість коробочок, залежно від умов вирощування, дуже змінюються. При загущенні посіву, рослини можуть бути одностебловими з малою кількістю коробочок.

Характеристика фаз розвитку льону олійного, етапів органогенезу та відповідність їх міжнародній оцінювальній шкалі (ВВСН) на рівні

мікро- та макростадій приведена в таблиці 72.

72. Стадії онтогенезу льону по шкалі ВВСН, Геллер, Польща
(в перекладі з доповненням Карпуніна Б.Ф.)

Код	Стадій
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе насіння (сівба)
01	Початок набубнявіння насіння
03	Кінець набубнявіння насіння
05	Поява зародкового корінця із насінини
06	Ріст первинного кореня, формування кореневих волосків, вторинних коренів
07	Гіпокотель з сім'ядолями вивільняється з насіннєвої оболонки (рис. 32.)
08	Гіпокотель з'являється над поверхнею ґрунту
09	Сходи, сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1 ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ «ЯЛИНКА»: ПОВІЛЬНИЙ РІСТ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ, РОЗВЕРТАННЯ ПЕРШИХ ПАР ЛИСТКІВ, ІНТЕНСИВНИЙ РІСТ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)¹	
10	Сім'ядолі повністю розпущені. Поява верхівкової бруньки (рис. 33.)
11	Перша пара справжніх листків розпущена (кут до стебла більше 45 градусів)
12	Друга пара справжніх листків повністю розпущена
13	Третя пара справжніх листків повністю розпущена (рис. 34.)
14	Перший лист листової спіралі розпущений. Четверта пара справжніх листків (рис. 35.)
15	Другий лист листової спіралі розпущений. П'ята пара справжніх листків.
16	Третій лист листової спіралі розпущений. Шоста пара справжніх листків.
17	Сьома пара справжніх листків (рис. 36...39)
18	Восьма пара справжніх листків
19	6 і більше листків листової спіралі розпущені
МАКРОСТАДІЯ 2: ФОРМУВАННЯ ПОБІЧНИХ ПАГОНІВ	
20	Немає побічних пагонів

21	Видно перше базальне
22	Видно друге
23	Видно третє
2...	Стадії продовжуються до ...
29	Видно 9 і більше побічних пагонів
МАКРОСТАДІЯ 3: ШВИДКИЙ РІСТ. ІНТЕНСИВНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ І ПОДОВЖЕННЯ КЛІТИН ВОЛОКНА, УТВОРЕННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)²	
30	Початок росту в довжину. Стебло пришвидшує добовий ріст, різко збільшується нерівномірність рослин в посіві по висоті
31	Видно 1-е розтягнуте міжвузля. Стебло 10% від довжини в стадій 50.
32	Видно 2-е розтягнуте міжвузля. Стебло 20% від довжини в стадій 50 (рис. 40-41).
33	Видно 3-е розтягнуте міжвузля. Стебло 30% від довжини в стадій 50 (рис. 42-43).
34	Стебло 40% від довжини в стадій 50 (рис. 44)
35	Стебло 50% від довжини в стадій 50
36	Стебло 60% від довжини в стадій 50
37	Стебло 70% від довжини в стадій 50
39	Видно 9 і більше розтягнутих міжвузлів. Стебло 90% від довжини в стадій 50.
МАКРОСТАДІЯ 4:-МАКРОСТАДІЯ 5: ФОРМУВАННЯ КВІТКОВИХ ЗАЧАТКІВ. БУТОНІЗАЦІЯ. ІНТЕНСИВНИЙ РІСТ СТЕБЛА, ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ І ПОДОВЖЕННЯ КЛІТИН ВОЛОКНА. ПОСТІЙНЕ ЗНИКНЕННЯ ТОЧКИ ЗЛАМУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
50	У верхівці рослини прощупується перший бутон
51	Перший, повністю закритий бутон видно; верхівка рослини схиляється. 10 % бутонів фіксуються візуально.
52	20 % бутонів фіксуються візуально
53	30 % бутонів фіксуються візуально
54	40 % бутонів фіксуються візуально
55	Утворюється суцвіття (завиток волоті). 50 % бутонів фіксуються візуально
56	60 % бутонів фіксуються візуально

57	70 % бутонів фіксуються візуально
58	80 % бутонів фіксуються візуально
59	90 % бутонів фіксуються візуально (рис. 45)
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ. ПОТОВЩЕННЯ КЛІТИННИХ СТИНОК І ДОЗРІВАННЯ ВОЛОКНА (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
60	Розкривання першої квітки.
61	Близько 10% відкритих квітів на головному пагоні
62	Близько 20% відкритих квітів на головному пагоні
63	Близько 30% відкритих квітів на головному пагоні (рис. 46)
64	Близько 40% відкритих квітів на головному пагоні
65	Близько 50% відкритих квітів на головному пагоні (рис. 47)
66	Близько 60% відкритих квітів на головному пагоні
67	Близько 70% відкритих квітів на головному пагоні. Закінчення цвітіння: більшість квіток втратили пелюстки
68	Повне цвітіння: 80% квітів розпустились
69	Кінець цвітіння: 90% утворених бутонів відцвіли. Помітне утворення коробочок. Волокно придатне для переробки.
МАКРОСТАДІЯ 7: ЗЕЛЕНА СТИГЛІСТЬ. УТВОРЕННЯ ТА РІСТ ПЛОДІВ (КОРОБОЧОК), ПОДАЛЬШЕ ДОЗРІВАННЯ ВОЛОКНА. СТЕБЛА ЗЕЛЕНІ, НИЖНІ ЛИСТКИ ПОЧИНАЮТЬ ЖОВТІТИ. КОРОБОЧКИ ЗЕЛЕНІ, НАСІННЯ ЗЕЛЕНЕ І М'ЯКЕ. ВОЛОКНО МАЄ МАКСИМАЛЬНУ ЯКІСТЬ	
70	Перша коробочка має фінальний розмір
71	10% суцвіть утворили зелені коробочки. 10% коробочок мають фінальний розмір.
72	20% коробочок мають фінальний розмір
73	Перші коробочки повністю утворені. 30% коробочок мають фінальний розмір
74	40% коробочок мають фінальний розмір
75	50% суцвіть утворили зелені коробочки, пожовтіння коробочок, що досягли повного розміру (рис. 48)
79	90% суцвіть утворили зелені коробочки. Закінчення фази, майже всі коробочки мають фінальний розмір, насіння видно крізь покриви плода у вигляді білих штрихів (рис. 49)
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ (РАННЯ ЖОВТА, ЖОВТА, ПОВНА СТИГЛІСТЬ)	
81	Жовта стиглість: кінець утворення коробочок; стебло, чашолистки і коробочки жовтого кольору

83	Рання жовта стиглість. Стебла жовті знизу на 1/3 висоти. Насіння біле. Коробочки починають жовтіти, частково набувати антоціанового забарвлення. Волокно має максимальну масу
85	Жовта стиглість. Стебла жовті, листки опили до 2/3 висоти. Насіння дозріло: жовте, починає темніти. Коробочки поступово міняють колір із жовтого на антоціановий. Волокно поступово грубіє (рис. 50, 51)
89	Пізня повна стиглість: рослина темно-коричневого кольору, повна втрата листків, початок втрати коробочок; насіння відірвалось від стінки коробочки (стиглість вимолочуваності)
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
90	Повна стиглість. Солома темно-жовта, темно-зелена, коричнева. Коробочки і насіння коричневі, сухі. Волокно грубіє (рис. 52)
97	Рослини повністю відмерли, обмолочені. Тканини піддаються мацерації
99	Насіння зібране, знаходиться в стані спокою. (рис. 53)

¹При явно видному рості в довжину (розтягнуті міжвузля) потрібно переходити на стадію 20

²Видно розтягнуте міжвузля «n», яке розвивається між листком «n» «n-el»

Льон-довгунець – одностеблова рослина висотою 60-120 см, гілкується лише у верхній частині. **Стебла** світло-зелені, листки ланцетні, сидячі, квітки правильні, п'ятірного типу з голубими, рожевими або білими пелюстками. Коробочок на одній рослині утворюється мало – від 2-3 до 8-12 шт. **Насіння** в них дрібне, із середньою масою 1000 шт. 3,7-5,5 г. **Коренева система** льону стрижнева – слаборозвинена, розміщується переважно в орному шарі. Вирощують льон-довгунець на волокно і насіння.

Луб'яні волокна розміщені в паренхімній частині кори стебла у вигляді волокнистих (луб'яних) пучків. Кожний пучок складається з 25-40 одноклітинних елементарних веретеноподібних волоконців завдовжки 15-40 мм та завширшки 20-30 мкм, міцно склеєних між собою пектиновою речовиною. Пучки з'єднуються своїми кінцями і утворюють стрічку технічного волокна, яка є тим довшою, чим довша технічна частина стебла.

Кількість волокна, його якість і міцність залежать від місця розміщення волокнистої стрічки в стеблі. Біля **основи** стебла утворюється волокно переважно низької якості – коротке, товсте, а вміст його не перевищує 12%. У **верхній** частині стебла вміст волокна сягає 28-30%,

але пучки формуються з меншої кількості елементарних волоконець і волокно стає менш міцним. Найвищий вміст високоякісного волокна (до 35%), довгого і міцного, з високою прядивною здатністю льон-довгунець формує в **середній** частині стебла.

Макростадія 0.



Рис. 32. BBCH 07

Макростадія 1.



Рис. 33 BBCH 10

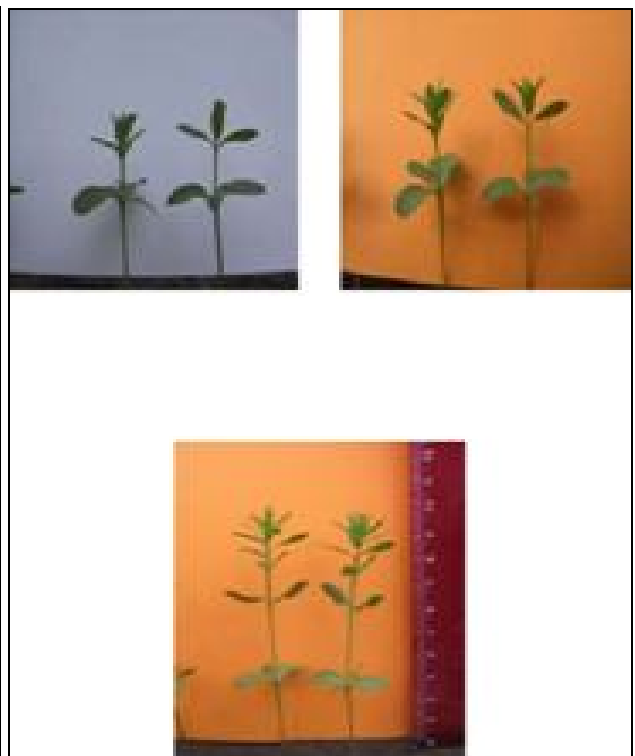


Рис. 34-36. BBCH 13-14



Рис. 37...39 ВВСН 17

Макростадія 3.

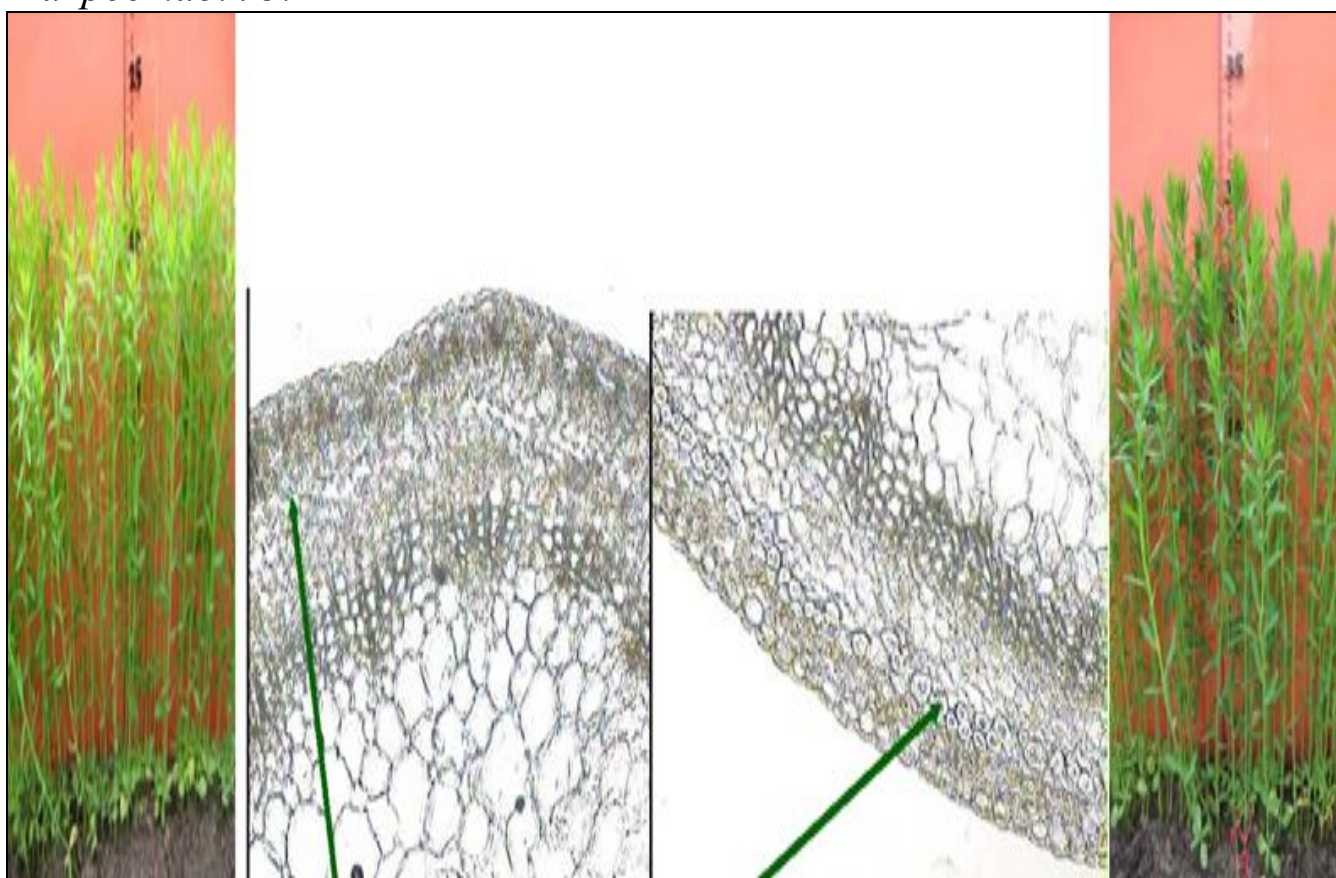


Рис. 40-41 ВВСН 32 (25 см)

Рис. 42-43 ВВСН 33 (35 см)



*Рис. 44 **ВВСН 34** (40 см)*

Макростадія 5.



*Рис. 45 **ВВСН 59***

Макростадія 6.



*Рис. 46 **ВВСН 63***



*Рис. 47 **ВВСН 65***

Макростадія 7.



*Рис. 48 **ВВСН 75***



*Рис. 49 **ВВСН 79***

Макростадія 8.



*Рис. 50 **ВВСН 85***



*Рис. 51 **ВВСН 88***

Макростадія 9.



*Рис. 52 **ВВСН 90***



*Рис. 53 **ВВСН 99***

Найдовше, найбільш міцне і гнучке технічне волокно утворюється у стеблах льону-довгунця завдовжки понад 70 см і завширшки не більше

1-1,5 мм. Це досягається формуванням висіву прядивного льону з густотою рослин до 2000 шт./м².

В зоні Степу та Лісостепу України вирощується льон олійний та межумок, з насіння яких виготовляють олію.

Біологічні особливості. Льон не дуже вимогливий до **тепла**. Насіння льону проростає при температурі +5...+6°C. Молоді рослини можуть переносити зниження температури до -8°C. Для повного розвитку рослин і досягання насіння олійного льону потрібно не менше 80-90 безморозних днів. Найбільше тепла і сонячних днів культура потребує під час досягання. За хмарної та вологої погоди із зниженням температури досягає повільно.

Льон олійний негативно реагує на недостатню кількість **вологи** в ґрунті, починаючи від сівби і до фази ранньої жовтої стиглості. Коефіцієнт **транспірації** у нього досить високий (420-690). В той же час негативний вплив має надмірна кількість вологи.

Коренева система льону розвинена порівняно слабо, але всмоктувальна її здатність дуже висока. Найбільше вологи використовує з шару ґрунту 0-50 см. Характерною ознакою розвитку кореневої системи льону є її невинний ріст углиб майже до кінця вегетації. Це дає змогу рослинам засвоювати вологу після цвітіння з більш глибоких шарів ґрунту і краще витримувати посуху, порівняно з іншими ярими культурами.

Найбільший урожай насіння льону буває тоді, коли в період від початку бутонізації до кінця цвітіння за помірних температур випадає достатньо опадів або при поливі в період цвітіння з розрахунку 500 м³/га води.

Сорти олійного льону, вирощувані в Україні, належать до рослин **середнього світлового дня**. Підвищення температури під час цвітіння, а також у період наливання і досягання насіння, прискорює розвиток рослин.

Залежно від сорту та погоди, вегетаційний період льону триває від 73 до 115 днів. У помірно теплу й похмуру погоду він продовжується, а в суху та сонячну – скорочується.

Олійний льон – самозапильна рослина, але за певних погодних умов окремі квітки можуть перехресно запилюватись.

Дуже вимогливий до родючості **ґрунту**. На утворення одиниці сухої речовини, він витрачає поживних речовин удвічі більше, ніж

зернові колосові хліба. На формування 1 ц насіння з відповідною кількістю побічної продукції господарського врожаю, льон виносить з ґрунту 7,6 кг азоту, 2,4 кг фосфору і 5,5 кг калію. Елементи мінерального живлення він засвоює нерівномірно: спочатку повільно, а у фазі бутонізації – посилено. Водночас, з посиленням засвоєння поживних речовин, збільшується приріст органічної речовини, за рахунок прискорення росту стебел льону, який іноді досягає 3-4 см за добу. Наприкінці цвітіння ріст рослин та засвоєння ними поживних речовин уповільнюються, а на початку утворення насіння припиняються.

Кращими ґрунтами для нього є чорноземи і каштанові.

Технологія вирощування

Сорти: Дебют, Південна ніч, які вирощують у зонах Степу і Лісостепу України. Крім того, в господарствах висівають також сорти Авангард, Воронезький 1308, Кіровоградський 2, Крупнонасінний 3.

Попередники. Кращим попередником для льону є озима пшениця, зернобобові, кукурудза молочно-воскової стиглості та баштанні. Не допускається висівання після соняшнику та ріпаци, а також повторно після льону. Повертається льон на теж саме поле не раніше як через 6-8 років. Льон олійний – добрий попередник для озимих і ярих культур.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток ґрунту проводиться з урахуванням попередників та умов під час виконання агрозаходів. При засміченості поля однорічними бур'янами, виконують лушення стерні попередника на глибину 6-8 см та ранню оранку на глибину 22-25 см. На полях, засмічених коренепаростковими бур'янами, застосовують систему поліпшеного зябу. У боротьбі з бур'янами доцільним є поєднання механічних прийомів з хімічними.

Передпосівний обробіток ґрунту. Рано навесні, при досягненні ґрунту, проводять передпосівну культивуацію з боронуванням на глибину 3-5 см. Якщо поверхня ґрунту погано вирівняна, то обробіток ґрунту починають із шлейфування. Передпосівний обробіток здійснюється впоперек оранки.

Удобрення. На врожай льону добре впливає післядія органічних добрив. Мінеральні добрива найкраще вносити з осені під оранку. Під льон рекомендують вносити $N_{45}P_{60}K_{45}$, але необхідно також враховувати особливості кожного поля.

Слід пам'ятати, що надмірне використання азоту знижує олійність насіння, а фосфор і калій у поєднанні навпаки її підвищують.

Найбільшу кількість азоту льон олійний засвоює у період сходів і до цвітіння. Фосфор необхідний рослинам протягом всієї вегетації. Потреба в калійних добривах збільшується в період бутонізації, цвітіння та формування насіння.

Підготовка насіння до сівби. Особливе значення для одержання високого врожаю насіння льону має правильна підготовка насіннєвого матеріалу до сівби. Забороняється висівати насіння уражене повитицею. Щоб не допустити зараження посівів фузаріозом та іншими захворюваннями, необхідно його за 2-3 дні до сівби протруїти. В якості протруйників використовують вітавакс 200 ФФ – 2,0-2,5 л/т.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Для кращого використання осінньо-зимової вологи ґрунту, льон сіють у ранні строки разом з ярими зерновими. Ранні посіви льону дають більш високі врожаї, менше уражуються лляними блішками.

При ефективному пригніченні бур'янів, внесенні гербіцидів, льон сіють з шириною міжрядь 15 см. Якщо поле дуже засмічене бур'янами, то сіють з шириною міжрядь 45 см.

Норма висіву насіння при міжрядді 15 см становить 4,5-5,0 млн. схожих насінин на 1 га (30-35 кг/га), при 45 см – 3,0-3,5 млн. схожих насінин на 1 га (20-30 кг/га). Глибина загортання насіння становить 3-5 см.

Відразу після сівби поле негайно коткують.

Догляд за посівами. При утворенні ґрунтової кірки до появи сходів, проводять боронування легкими боронами. Після появи сходів слід провести боронування по діагоналі рядків. У перші 20-25 днів після сходів льон розвивається повільно і може пригнічуватись бур'янами. На широкорядних посівах проводять 2-3 міжрядних обробітки: перший – при появі сходів бур'янів, другий та третій – до бутонізації льону.

При засміченості полів з посівами льону олійного бур'янами застосовують гербіциди: трефлан, 24% к.е. (3-4 л/га) та його аналоги; дуал 960 ЕС, к.е. (1-2 л/га); набу 20% к.е. (3-4 л/га); тарга, 10% к.е. (2-3 л/га); пантера, 4% к.е. (1-1,5 л/га); селект 125, к.е. (1,4-1,8 л/га); агрітокс, 50% в.р. (0,7-1,2 л/га); льонок, в.г. (8-10 г/га) та інші. Внесення гербіцидів можливе обприскувачами типу ОП-2000, "Hardi" або дельтапланами.

Для боротьби з лляною блішкою, листокруткою льоновою, рослинною попелицею використовують наступні інсектициди: карате (0,1-0,15 л/га), деціс (0,2-0,3 л/га), Бі-58 новий (0,7 л/га), ф'юрі (0,1-0,15 л/га) та інші.

Збирання врожаю. Льон можна збирати як напрямую, так і двофазним способом. Все залежить від стиглості льону та засмічення поля

бур'янами. Двофазним способом збирають при 25% вологості насіння, коли 60-70% коробочок льону побуріли, насіння типового коричневого кольору, починає відставати від перегородки коробочок (коробочки торохтять).

Напрямую льон збирають при вологості не вище 15-16% та 90% стиглості. Для збирання льону підходять майже всі комбайни: СК-5 “Нива”, Дон-1500Б, “Джон Дір”, “Кейс” та інші.

Очистка насіння. Насіння льону, що надходить від комбайна, негайно проходить первинну очистку. Потім насіння досушується і здійснюється вторинна очистка на машинах типу ОС-4,5; СМ-4; “Петкус-Гігант”; “Петкус-Селекта”. Після очистки насіння зберігається в складах. Вологість під час зберігання не повинна перевищувати 11%.

Мак олійний (*Papaver somniferum*)

Мак є однією з найстародавніших культур, яку вирощували в якості декоративної, лікарської та олійної рослини. За характером використання культурний мак поділяють на дві групи: *олійний* і *опійний*. Насіння олійного маку містить від 50 до 55% висихаючої олії з йодним числом 130-143. З насіння маку способом холодного пресування добувають олію, що використовують як продукт харчування або в кондитерській і консервній промисловостях. Олію, одержану методом екстрагування, використовують для виготовлення оліфи та високоякісних фарб, а також вищих сортів мила. Макуха олійного маку містить близько 32% білка і 10% олії.

Насіння його використовують також у кондитерській та хлібопекарській промисловостях, а шрот – для годівлі худоби.

Опійний мак вирощують для одержання наркотичної речовини опію, який використовують як сировину для виготовлення ліків. Рослини мають товстостінні коробочки з добре розвиненою системою молочників. З молочкового соку (латексу) одержують опій, до якого входить близько 25 алкалоїдів (морфін, наркотин, кодеїн тощо). Майже 1000 років відома культура маку в Росії. В Україні його сіють на невеликих площах у Дніпропетровській, Полтавській, Харківській, Вінницькій (1,6 тис. га) та Хмельницькій областях.

Мак (*Papaver*) належить до родини макових (*Papaveraceae*). Це однорічна рослина зі стрижневим коренем, який проникає в ґрунт на глибину 130 см, і стеблом заввишки 75-150 см. Кущ середньої висоти, з слабким восковим нальотом. Листки щільні, як і стебло, вкриті восковим нальотом. **Квітки** великі, різнокольорові, по 5-10 штук на

одній рослині. **Плід** – коробочка з губкуватою поверхнею, поділена на сегменти та з великою кількістю насіння (до 2-4 тис. штук). Насіння за кольором буває сіре, голубе, жовте або біле, дрібне, маса 1000 насінин 0,5-0,6 г. За будовою коробочок розрізняють сипкий (при досяганні насіння висипається) і сліпий (з закритими коробочками) мак.

Біологічні особливості. Мак – досить **холодостійка** рослина. Насіння його починає проростати при 2-3°C тепла, сходи переносять приморозки – 5°C.

Досить вимогливий до вологи, особливо в період проростання насіння. Негативний вплив під час цвітіння та утворення насіння має підвищена вологість, яка призводить до проростання насіння в коробочках. Після цвітіння для розвитку маку більш сприятлива помірно суха і тепла погода.

Олійний мак дуже вибагливий до **грунтово-кліматичних факторів**. Рослина не витримує значного затінення, потребує набагато більше вологи, ніж інші зернові культури. Тому висівають його переважно в Поліссі, Лісостепу та в окремих підзонах Степу.

Мак – рослина довгого дня. Важливою біологічною особливістю маку є висока потреба в елементах мінерального живлення. На вирощування одного центнера господарської продукції маку, витрачають фосфору та калію вдвічі більше, ніж на одержання 1 центнера зерна пшениці.

Найбільш придатними ґрунтами для вирощування маку олійного є чорноземи звичайні та каштанові, проте можна вирощувати і на підзолистих ґрунтах піщаного та супіщаного гранулометричного складу. Зовсім непридатними є заболочені, торф'яні ґрунти з близьким заляганням підґрунтових вод, важкі глинисті ґрунти, що запливають, а також солонцюваті.

Технологія вирощування

На Україні вирощуються такі **сорти** маку олійного: Кривотульський, Тарновецький, Франківський, Юпітер, Беркут, Герлах, Новинка 198, Старт, Коран, Лубенський 7, Голубий ювілейний.

Попередники. Кращими *попередниками* для маку є ті культури, які залишають після себе чисте від бур'янів та шкідників поле з достатньою кількістю пожнивних решток і вологи.

Для умов Полісся та Лісостепу найкращими попередниками є озимі зернові та зернобобові, цукровий буряк, картопля, ріпак, гірчиця.

У ґрунтово-кліматичних умовах Степової зони найкращими попередниками є пар, зайнятий пар та озимина, яка йде по чистому пару.

Не рекомендовано розміщувати посіви маку після соняшнику, багаторічних трав, кукурудзи та інших культур, коренева система яких проникає глибоко і за вегетаційний період зневоднює ґрунт. Беззмінні посіви маку недопустимі, висівають мак на попереднє місце не раніше, ніж через 3-4 роки. Сам же мак олійний є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур.

Обробіток ґрунту. Найважливішим етапом у вирощуванні маку є основний та передпосівний обробіток ґрунту.

Після зернових, зернобобових, ріпаку необхідно провести лушення та боронування, що створює сприятливі умови для проростання насіння бур'янів, прискорює розкладання пожнивних решток, гальмує розвиток хвороб, знижує втрати вологи з орного шару. Після цього вносять гербіциди та орють на глибину 20-25 см.

Передпосівний обробіток проводять в оптимальні строки, що збігаються з фізичною стиглістю ґрунту. Найкраще передпосівний обробіток ґрунту провести за допомогою комбінованих знарядь – “Європак”, “Компактор”, АГ-6 та інші. Після культивації ґрунт прикочують кільчасто-шпоровими котками. Можна замість коткування проводити шлейфування ребристими шлейфами, після цього поле має рівну поверхню і досить ущільнений верхній шар ґрунту.

Удобрення. Органічні добрива (20-25 т/га) краще вносити під попередник маку. При удобренні маку необхідно дотримуватися співвідношення N:P:K – 1:1:1. Основну частину добрив – 80-85% вносять під основний обробіток ґрунту, 15-20% – перед сівбою. Фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту з розрахунку 45-60 кг/га кожного елемента. Під передпосівну культивування вносять 60 кг/га азоту, а під час сівби – суперфосфат у рядки (15-20 кг/га). Азотні добрива під час сівби вносити не рекомендується, оскільки можна підпалити кореневу систему. Тому азот вносять при підживленні.

При використанні мінеральних добрив необхідно враховувати ґрунтові особливості та родючість кожного поля.

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують кондиційне насіння з високою чистотою та схожістю.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Мак необхідно висівати раніше інших культур тому, що рання сівба дає дружні сходи і рослини

менше ушкоджуються шкідниками. Пізні строки сівби олійного маку призводять до випадання сходів. Оптимальними строками сівби в зоні Степу є третя декада лютого – перша декада березня за умови, що ґрунт вже добре дозрів, Лісостепу – друга-третьа декада березня та Поліссі – це третя декада березня.

Пересівання маку, як правило, не вдається, і тому поле засівають пізніми культурами.

Строк сівби залежить від температурного режиму. Висівати мак, як правило, слід лише в добре оброблений і дозрілий ґрунт, температура якого на глибині 10 см вище +3°C. Добре підготовлений ґрунт сприяє рівномірному залягання насіння на однакову глибину, яка для маку олійного становить від 1,5 до 2 см. При загортанні насіння глибше 2,5 см, сходи можуть не пробитися на поверхню ґрунту.

Кращий спосіб сівби – широкорядний з міжряддями 45-60 см. При високій культурі землеробства можна сіяти звичайним рядковим способом. Для сівби маку використовують сівалки точного висіву. Також, крім зернових сівалок, можна використовувати бурякові, овочеві, трав'яні сівалки.

Норма висіву насіння 2-4 кг/га, кількісна – 6-7 млн. шт./га. При запізненні із сівбою олійного маку норму висіву насіння збільшують на 10-20%.

Для висівання норми насіння маку змішують з баластом у співвідношенні 1:5. В якості баласту використовують просяне лушпиння, тирсу та інше. Також до насіння маку домішують маячні культури (овес, гречка, ячмінь) у межах 5 кг/га.

Догляд за посівами. Насіння маку практично не сходить, якщо пройшли дощі й утворилась ґрунтова кірка. Для її знищення використовують борони, котки або ротаційні мотики.

При появі сходів проводять перше міжрядне розпушування (шаровку) на глибину 2-4 см. У міру потреби проводять ще 3-4 розпушування міжрядь на глибину 6-8 см.

Якщо дозволяє густина сходів, посіви боронують впоперек рядків. Найбільш ефективним є боронування, коли бур'яни перебувають у фазі білої ниточки.

У фазі 2-3 справжніх листків формують густоту рослин. Оптимальна кількість рослин на 1 м² 60-70 шт., або 25 рослин на 1 погонний метр. Допускається стояння рослин разом по 2-4 штуки з відстанню між ними 15 см. Після формування густоти на 1 м рядка може бути від 7-10 до 20-25 рослин, залежно від ширини міжрядь. На 1 га має бути

350-500 тис. рослин. В подальшому догляд за посівами полягає в проведенні міжрядних обробітків.

Для захисту посівів від бур'янів можна у фазу 6-8 листків маку, вносити гербіциди дікуран (2,5-3,0 кг/га), старане (0,6-0,8 кг/га).

Для боротьби зі шкідниками (прихованохоботниками, попелицями) використовують золон у дозі 1,2-1,8 л/га. Для боротьби з хворобами (несправжньою попелюхою та попелюхою) посіви обробляють бордоською рідиною (3-5 кг/га).

Збирання. Ознаками технічної стиглості маку є побуріння листя на стеблах і коробочок. Достигле насіння при струшуванні коробочок пересипається, створюючи характерний шум.

Мак можна збирати як прямим комбайнуванням, так і двофазним способом. Спосіб збирання маку визначається безпосередньо на полі, залежно від забур'яненості та стиглості посівів. Скошують мак на високому зрізі, щоб коробочки маку не лежали на землі і насіння під час обмолоту не забруднювалося.

Одразу після збирання, насіння маку сушать до вологості не більше 10% та доочищають.

Гірчиця (*Sinapis*)

Гірчиця має велике значення як олійна культура, з її насіння добувають напіввисихаючу олію. Олію широко використовують у кондитерській, маргариновій, хлібопекарській промисловостях та безпосередньо для харчування. Високу якість має олія, яку добувають холодним пресуванням. При гарячому пресуванні в олію потрапляє глюкозид синігрин (ефірна олія), що має гострий гірчичний запах і неприємний смак. Крім того, гірчиця також вирощується на зелений корм.

З макухи гірчиці виробляють столову гірчицю, гірчичники тощо. У північних районах країни білу гірчицю вирощують як кормову, згодовуючи її тваринам у період цвітіння, та як сидеральну культуру.

Насіння гірчиці містить значну кількість ефірної олії, яку використовують у парфумерній промисловості.

В культурі вирощується сарептська та біла гірчиця.

На території Вінницької області площа посіву гірчиці досягає 4,7 тис. га.

Гірчиця сарептська – *Brassica juncea* – однорічна трав'яниста рослина. **Корінь** стрижневий. **Стебло** гіллясте, тверде, висотою від 30

до 150 см, опушене у нижній частині. Нижні листки крупні, опушені, зелені; верхні – ланцетні, цільні, голі; середні листки за величиною та формою перехідні. **Квітки** жовтого кольору.

Гірчиця сарептська – факультативний самозапилювач, при високих температурах може відбуватись перехресне запилювання. Цвітіння триває 9-25 днів. **Плід** – стручок від 2,5 до 5,0 см довжиною і від 2,0 до 3,5 мм шириною, який містить 16-20 насінин. Насіння кулеподібне, темно-буре або жовте, має крупносітчасту оболонку.

Гірчиця біла – *Sinapis alba* – однорічна рослина. **Коренева система** стрижнева. **Стебло** пряме, гіллясте, вкрите щетинистими волосками. Нижні **листки** знаходяться на довгих черешках, верхні – на коротких. Пластинка листка ліроподібноперисторозсічена. **Суцвіття** китицеподібне. Перехресне запилювання відбувається за допомогою комах. **Плід** – стручок довжиною до 4 см. Насіння кулясте, діаметром 1,5-2,0 мм, блідо-жовте, гладеньке. Стручок містить від 4 до 6 насінин.

Сарептська гірчиця досить різко реагує на ґрунтові відміни, забезпечує високі врожаї на родючих ґрунтах. Насіння проростає при температурі близько 1-2°C. Витримує приморозки мінус 5-10°C. Тривалість періоду вегетації знаходиться в межах 70-115 днів. Навіть за прохолодної погоди, насіння досягає за 65-90 днів. Гірчиця вимоглива до вологості, мало вимоглива до ґрунтів, погано переносить надмірну кислотність ґрунту.

Біла гірчиця більш холодостійка і менш посухостійка, ніж сарептська. Період її вегетації становить 65-70 днів.

Технологія вирощування

В Степовій та Лісостеповій зоні України районовані наступні **сорта** гірчиці *сарептської*: Мрія, Росава, Роксолана, Тавричанка, Тавричанка 5 та *білої*: Кароліна, Підпечерицька, Талісман, Юлія.

Попередники. Розміщують гірчицю на чистих від бур'янів полях. Кращими попередниками є зернові, просапні та зернобобові культури. Вона є добрим попередником для зернових культур. Не слід сіяти гірчицю після інших хрестоцвітих попередників, проса та однорічних трав.

Обробіток ґрунту. Одразу після збирання попередника проводять лущення стерні (одне або два) на глибину 6-8 см. Через 7-10 днів після лущення, орють на глибину 20-22 см. При засміченні поля корене-паростковими бур'янами, його обробляють за системою поліпшеного зябу. Поле після оранки восени обов'язково вирівнюють.

Передпосівний обробіток ґрунту. При настанні фізичної стиглості

грунту, проводять закриття вологи з наступною культивуацією на 4-5 см. Перед сівбою поле коткують кільчастими котками. В якості знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту можна використовувати комбіновані ґрунтообробні агрегати типу “Європак”, АГ-6 “Борекс” та інші.

Удобрення. Гірчиця добре реагує на внесення мінеральних добрив і чутлива на післядію органічних. Під зяблеву оранку вносять $P_{45-60}K_{45-60}$, а азотні добрива вносять під передпосівну культивуацію з розрахунку 45-60 кг/га д. р. Проте, слід враховувати особливості кожного поля, у тому числі й попередників.

Краще всього вносити 80-85% від норми добрив під основний обробіток ґрунту, а 15-20% – безпосередньо перед сівбою.

Підготовка насіння до сівби. Сівбу проводять насінням із високими посівними кондиціями, яке перед сівбою протруюють. Можна застосовувати такі протруйники: вітавакс 200 ФФ, фурадан, промет 400.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Висівають у ранні строки, одночасно з ранніми ярими культурами, рядковим способом. Норма висіву насіння гірчиці білої 15-16 кг/га, гірчиці сизої – 10-12 кг/га. Глибина сівби – 1,5-2,0 см. Густота стояння на 1 га становить: при суцільному способі сівби – 1,2-1,5 млн. рослин; при широкорядному – 0,9-1,0 млн. рослин.

Насінники гірчиці сіють з шириною міжрядь 45 або 70 см. Суцільний спосіб сівби гірчиці з шириною міжрядь 15 см проводять на відносно чистих від бур’янів полях.

Догляд за посівами. Одразу після сівби поле обов’язково коткують. При утворенні ґрунтової кірки, її знищують досходовим боронуванням. При появі масових сходів бур’янів у посівах гірчиці проводять боронування. Післясходове боронування здійснюють не раніше фази 4-5 листків у рослин. Боронування виконують упоперек рядків. Міжрядні обробітки проводять у міру появи сходів бур’янів.

Після появи сходів гірчиці, посіви необхідно постійно обстежувати на наявність хрестоцвітних блішок, попелиці, гусені, ріпакового пильщика, листоїда, клопів, капустяної молі. Залежно від кількості шкідників проводяться крайові обробки посівів або суцільна обробка інсектицидами. Слід пам’ятати, що запізнення з обробкою на 1-2 дні призводить до значних втрат урожаю. Для боротьби з шкідниками використовують такі препарати: Бі-58 новий, деціс, карате, актара, актеллік або їх аналоги.

Збирання врожаю. Сарептську гірчицю збирають двофазним

способом. Скошування у валки проводять при вологості насіння 25%, коли воно має типове забарвлення, а нижні листки опадають. Обмолот валків здійснюється через 4-5 днів після скошування, при вологості насіння не більше 10-11%. Це здійснюється в ранковий або вечірній час.

Якщо посіви не засмічені, то можна застосовувати пряме комбайнування.

Стручки білої гірчиці стійкі до розтріскування, тому її збирають прямим комбайнуванням при повній стиглості насіння. Для цього використовують зернозбиральні комбайни: СК-5 “Нива”, Дон -1500, “Джон Дір”, “Кейс” та інші.

Одразу після збирання, насіння повинне пройти первинну очистку. Для цього використовують ОВП-20А, ОВС-25, ЗАВ-20. При необхідності насіння досушують до вологості 9%, а потім воно проходить вторинну очистку за допомогою машин типу ОС-4,5; СМ-4, “Петкус-Гігант К-531/1”.

Сафлор (*Carthamus*)

Сафлор вирощують переважно як олійну культуру, що є перспективною для посушливої зони півдня України. В насінні сафлору міститься 32-37% (у ядрі 50-56%) напіввисихаючої олії (йодне число 115-155) і до 12% білка. Олія, добута з ядер насіння, наближається за смаковими якостями до соняшникової, тому її використовують для харчування. Олія, добута з цілого насіння, має гіркуватий смак, її використовують для виробництва оліфи, білої фарби, емалей, мила, лінолеуму. Сім'янки сафлору – добрий корм для птиці. Макуху в невеликих кількостях згодовують тваринам, у 100 кг її міститься 55 корм. од. З квіток сафлору добувають жовтий барвник кармамін, який використовують у килимовому виробництві та для фарбування тканин, а також в кулінарії як заміник шафрану.

Сафлор давно відомий в Індії, Єгипті, Китаї, Північній Африці, Середній Азії, Закавказзі. В Україні його стали вирощувати з другої половини XVIII ст. Має незначне поширення в південних посушливих районах. Середня врожайність насіння сафлору 10-12 ц/га, за сприятливих умов – до 20 ц/га.

Сафлор (*Carthamus tinctorius* L.) належить до родини айстрових

(Asteraceae). Це однорічна (рідко дворічна) одностеблова перехресно-запильна трав'яниста рослина заввишки до 90 см. На одній рослині формується від 5 до 50 кошиків діаметром 1,5-3,5 см, в кожному з яких розвивається 30-60 панцирних сім'янок Маса 1000 насінин від 20 до 50 г, лузжистість – 40-50%.

Біологічні особливості. Сафлор – жаростійка і посухостійка рослина, добре витримує тривалу посуху. Тому він становить інтерес для посушливого південного Степу України. Насіння проростає при температурі 2-3°C. Сходи його витримують заморозки до мінус 3-6°C. Найбільша потреба в теплі спостерігається в період цвітіння – досягання. Протягом цвітіння дощову погоду витримує гірше, ніж посуху, оскільки у вологу погоду квітки значно гірше запліднюються.

До ґрунтів сафлор невибагливий, витримує засолення, добре реагує на застосування добрив.

Сафлор – рослина **короткого дня**. Вегетаційний період залежно від сорту й умов вирощування триває від 90 до 150 днів.

Технологія вирощування

Попередники. Кращими попередниками для сафлору є озима пшениця, яку висівають по пару або після трав, а також просапні культури. Сафлор – добрий попередник для ярих колосових культур.

Система основного й передпосівного **обробітку ґрунту** така, як і під соняшник. Під основний обробіток вносять мінеральні добрива дозою $N_{45}P_{60}K_{45}$.

Сіють сафлор у ранні строки широкорядним способом з міжряддям 45 см, на засмічених полях – 60-70 см. Норма висіву насіння 10-12 кг/га, на 1 м рядка має бути 4-5 рослин при міжрядді 45 см і 6-7 рослин – при міжрядді 60-70 см. Глибина загортання насіння 5-6 см. Посіви обов'язково коткують кільчасто-шпоровими котками.

Догляд за посівами такий самий, як і за посівами соняшнику.

Збирають сафлор прямим комбайнуванням, тому що насіння з кошика при досяганні не висипається. До збирання приступають, коли пожовтіють усі рослини й кошики, а насіння затвердіє.

Кунжут (*Sesamum indicum*)

Кунжут належить до стародавніх культур Азії та Африки. Його насіння містить 50-65% слабковисихаючої олії (йодне число 103-112), 16-22% білка, 13-19% вуглеводів. Кунжутова (сезамова) олія, отримана холодним пресуванням, світло-жовта без запаху, дуже смачна і прирівнюється за якістю до оливкової. Олію використовують як продукт харчування, а також у консервній промисловості, при виготовленні вищих сортів сардин, у кондитерській промисловості тощо.

При спалюванні кунжутової олії утворюється сажа, з якої виготовляють високоякісну туш. Макуху кунжуту, одержану в процесі холодного пресування, використовують для виготовлення кондитерських виробів, зокрема халви, а насіння – для виготовлення солодоців.

Найбільш поширений кунжут в Індії, Бірмі, Судані, Мексиці. Загальна світова площа посівів його становить близько 6 млн. га. В Україні згідно даних О.І. Зінченка (1996), перспективними для вирощування кунжуту є Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Дніпропетровська області.

Кунжут (сезам) індійський (*Sesamum indicum* L.) – однорічна трав'яниста рослина, яка належить до родини кунжутових (*Pedaliaceae* Lunde) і роду *Sesamum*. Висота стебла досягає 150 см і залежить від екологічного типу і умов вирощування.

Насіння кунжуту дрібне, за формою нагадує насіння льону. Маса 1000 насінин 3-5 г. Найбільш поширені форми мають біле насіння.

Вегетаційний період у кунжуту 90-120 днів. Сходи у вигляді двох сім'ядольних листків з'являються при температурі 18-20°C на 6-8-й день після сівби. На початку вегетації ріст рослин уповільнений. Інтенсивний ріст стебла починається через 30-45 днів після сходів і особливо за 12-15 днів до цвітіння, яке настає через 50-60 днів після сходів, поширюючись знизу до верху рослини. В такій самій послідовності досягають коробочки. Від запліднення до досягання коробочок минає 30-35 днів.

Біологічні особливості. Кунжут дуже теплолюбна рослина. Насіння проростає лише при температурі 13-16°C, а сходи з'являються при 18-20°C. Сходи гинуть при зниженні температури до мінус 0,5-1°C. При температурі нижче 15°C, кунжут перестає рости. Кращою температурою для росту вегетативної маси є 22-24°C, генеративних органів – 25-30°C. Восени заморозки до мінус 3°C призводять до загибелі рослин.

Кунжут вимогливий до вологи, особливо у період цвітіння – формування насіння. При вирощуванні на богарних землях, в умовах посухи кунжут різко знижує врожай насіння.

Кунжут – світлолюбна рослина короткого дня. Кращі ґрунти для нього піщано-суглинкові карбонатні чорноземи. Непридатні заболочені, засолені з близьким заляганням ґрунтових вод.

Технологія вирощування

Сорти: Надія, Кубанець 55 і з нерозтріскуючими коробочками – № 187, № 278.

Попередники. Кращими попередниками кунжуту є зернові, зернобобові та просапні культури. На попереднє поле повертають не раніше, ніж через 6-7 років, щоб зменшити ураження хворобами і пошкодження шкідниками. Кунжут вимагає чистих від бур'янів полів, оскільки повільно росте на початку вегетації.

Обробіток ґрунту при вирощуванні кунжуту, мало відрізняється від обробітку під цукровий буряк, картоплю. З метою знищення бур'янів та доведення ґрунту до посівного стану, до сівби проводять кілька суцільних розпушувань.

Удобрення. При сівбі кунжуту після удобрених озимих, під зяблеву оранку вносять фосфорні і калійні, а навесні під передпосівну культивування – азотні добрива з розрахунку 60-90 кг/га кожного елемента. У вологих районах ефективні підживлення азотом.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують насіння високих категорій. Сіють кунжут, коли ґрунт на глибині 6-8 см прогріється до 16-18°C. Така температура на півдні України встановлюється 1-10 травня, на заході – 10-20 травня. Спосіб сівби широкорядний з міжряддям 60 або 70 см. Глибина загортання насіння 2-3 см, норма висіву – 6-8 кг/га.

Догляд за посівами. Після сівби поле коткують. З появою сходів проводять 2-3 міжрядні обробітки. Шаровку проводять на глибину 3-4 см. Глибина першого міжрядного розпушування ґрунту становить 5-6 см, наступних – 6-8 і 8-10 см. Дані агрозаходи різко зменшують фізичне випаровування вологи з ґрунту.

В умовах зрошення посіви кунжуту поливають у фазу сходів, на початку бутонізації, в період цвітіння та на початку досягання. Норма поливу 350-400 м³/га води.

Збирання. Сорти кунжуту з коробочками, що розтріскуються, збирають роздільним способом. Скошують у валки при побурінні нижніх коробочок, коли насіння набуде типового забарвлення. Після підсихання обмолочують комбайном.

Сорти з нерозтріскуючими коробочками збирають прямим комбайнуванням, використовуючи кунжутозбиральну машину, котра зрізує рослини і зв'язує їх у снопи, які вручну складають у суслони.

Вологість насіння при зберіганні не повинна перевищувати 9%.

Суріпа (*Brassica*)

Господарське значення. В насінні суріпи міститься 33-42% слабковисихаючої олії, яка подібна до ріпакової, але важче омилюється. Вміст ерукової кислоти знижує її смакові якості, тому для харчових цілей використовують рафіновану олію або олію низькоерукових сортів суріпи. Як технічну олію її використовують у миловарній, лакофарбовій, металургійній та інших галузях промисловості. Макуху суріпи, яка містить до 40% повноцінного білка, згодують тваринам малими дозами, тому що в ній містяться шкідливі для організму тварин глюкозиди. Для кормових цілей використовують також зелену масу озимих форм суріпи. Суріпа має значення як медоносна рослина. За своєчасної та якісної боротьби з бур'янами, вона є добрим попередником ярих польових культур.

Суріпу здавна вирощують у країнах Європи, Північної і Південної Америки, Азії, Австралії. В Україні її сіють як олійну культуру і на зелений корм. За сприятливих умов озима суріпа дає врожай насіння 25-30 ц/га, зеленої маси 300-350 ц/га.

В культурі поширені *озима* (*Brassica rapa oleifera* D.C.) та *яра* (*Brassica campestris* L.) форми суріпи, які належать до родини капустяних (*Brassicaceae*). Це однорічні перехреснозапильні трав'янисті рослини з дрібним кулястим, коричневим насінням, маса 1000 шт. якого становить 3-4 г.

В Україні більше поширена озима суріпа. Характерною особливістю її є утворення восени лежачої розетки листків. З настанням похолодання точка росту здатна втягуватись у ґрунт, завдяки чому підвищується зимостійкість рослин.

Біологічні особливості. Суріпа – культура довгого дня, досить вибаглива до вологи, холодовитривала. Насіння починає проростати при 2-3°C тепла. Рослини відзначаються швидким темпом росту.

Сім'ядолі набувають оптимального розміру протягом 1-2 діб, а на 8-10-й день після появи сходів формуються перші справжні листки. Через 30-35 днів утворюються розетки з 6-8 листків. Восени швидко ростуть корені і листки, у яких накопичуються запасні речовини, що дає змогу рослинам добре витримувати несприятливі умови зимово-весняного періоду й забезпечує високий темп їх росту (8-12 см за добу) після відновлення весняної вегетації.

Серед капустяних культур суріпа озима найбільш морозостійка. Рослини витримують температуру повітря до мінус 20°C при відсутності снігу, але гинуть під глибоким снігом, якщо він випав на незамерзлу землю.

Озима суріпа більш скоростигла, ніж ріпак, і є для тварин найраннішим весняним кормом. Починає цвісти в Лісостепу в третій, у Степу – в другій декаді квітня. В цей період і настає укісна стиглість її посівів.

Як вологолюбна культура поглинає з ґрунту в 1,5-2 рази більше води, ніж озима пшениця. Тому піщані й супіщані ґрунти, які слабо утримують вологу, для суріпи малопридатні. Добре росте вона на дренованих нейтральних ґрунтах, погано – на оглеєних, а також на ділянках з близьким стоянням підґрунтових вод.

Районованими **сортами** в Україні є: Веснянка, Латвійська 4, Ізумрудна.

Технологія вирощування озимих і ярих форм суріпи суттєво не відрізняється від агротехніки відповідно озимого і ярого ріпаку. Проте, слід врахувати, що в суріпи дрібніше насіння, тому його треба висівати на глибину не більше 2-3 см. Норма висіву кондиційного насіння 8-9 кг/га. Спосіб сівби – звичайний рядковий, а на насінневих посівах – широкорядний з міжряддям 45 см.

Рижій (*Camelina*)

Насіння рижію містить від 26 до 46% олії, яка належить до групи висихаючих (йодне число 132-153), 28% білку. Використовують її в основному для виготовлення оліфи, лаків, зеленого мила тощо. Рижієву макуху в незначних кількостях використовують як домішку при виготовленні комбікормів.

В Україні вирощують рижій лише в Чернігівській області. Середній врожай 10-12 ц/га.

Рижій належить до родини капустяних. Рід об'єднує близько 15 видів, з яких два культурні – **рижій ярий** (*C. sativa*) і **рижій озимий** (*C. silvestris*).

В Україні поширений в основному рижій ярий. Це однорічна рослина 40-80 см заввишки, з тонким розгалуженим стеблом. **Корінь** стрижневий, розвинутий. **Квітки** дрібні, блідо-рожеві, зібрані в рідкі китиці. **Плід** – червонувато-коричневий стручок грушеподібної форми, містить до 7-8 насінин. **Маса** 1000 насінин 0,9-1,5 г.

Біологічні особливості. Рижій – **холодостійка** і скоростигла рослина. Період вегетації триває 60-80 днів. Насіння його починає проростати при температурі 1°C, а сходи витримують приморозки до – 10°C. Вимоги до **грунту** порівняно невисокі, тому його можна вирощувати майже в усіх районах землеробства. Малопридатні для рижію важкі та глинисті ґрунти.

Технологія вирощування

До **сортів ярого рижію**, районованих в Україні, належать: Гірський, Клондайк, Міраж, Степовий 1.

Попередники. Вирощують рижій після озимих та просапних культур. Іноді його підсівають на зріджених посівах озимих олійних культур.

Обробіток ґрунту під рижій такий же, як і під ранні зернові культури.

Удобрення. Він досить чутливий до внесених добрив. Під зяблеву оранку рекомендується вносити повне мінеральне добриво з розрахунку 30-40 кг/га діючої речовини.

Сіють рижій водночас з ранніми ярими культурами рядковим способом. Норма висіву становить 10-12 кг/га, глибина загортання насіння – 1,5-2 см.

Догляд за посівами. Для кращого проростання насіння посіви коткують. Догляд за посівами полягає в знищенні кірки, яка утворилася до з'явлення сходів.

Збирають урожай в період повної стиглості, яка визначається по жовтінням стебел і стручків. Зберігають насіння при вологості 10-11%.

Перила, або судза (*Perilla acutoides*)

Перила – цінна олійна культура, насіння якої містить від 44 до 58% олії з високим вмістом ненасичених жирних кислот і йодним числом 180-206. Макуха містить до 38% білка і є цінним кормом для тварин. Виготовлені з неї лаки і фарби швидко висихають, утворюючи міцну блискучу плівку, яка захищає метали від корозії.

Батьківщиною перили є східна Азія. Найбільші її площі зосереджені в Японії, Китаї, Кореї. В Україні дану культуру почали вирощувати з 1926 р., основною зоною для якої є Лісостеп. Урожайність насіння 10-15 ц/га.

Біологічні особливості. До тепла перила менш вибаглива, ніж арахіс, кунжут та інші теплолюбні культури. Сходи її переносять приморозки до мінус 2°C. Дорослі рослини не витримують осінніх заморозків. Мінімальна температура проростання насіння 6-8°C.

Перила вимоглива до **волог**, особливо в період цвітіння – наливу насіння.

Перила – рослина **короткого дня**. Кращі ґрунти для вирощування перили – структурні чорноземи, непридатні – супіщані та піщані ґрунти.

На початку вегетації (до початку гілкування) перила росте повільно. Період вегетації 120-150 днів.

Технологія вирощування

Сорти: Новинка, Сіра господарська.

Попередники. В сівозміні перилу розміщують після озимих, зернобобових і просапних культур. **Обробіток ґрунту** такий, як і під інші просапні культури.

Удобрення. Під основний обробіток ґрунту вносять 25-30 т/га органічних і 45-60 кг/га фосфорних і калійних добрив. Азотні добрива з розрахунку 45-60 кг/га вносять під передпосівну культивуацію.

Сівба. Сіють перилу, коли ґрунт прогріється на глибині 10 см до температури 8-10°C. Глибина загортання насіння 2-3 см. Спосіб сівби – широкорядний з міжряддями 45 і 60 см. Норма висіву насіння 5-8 кг/га.

Догляд за посівами полягає в коткуванні, боронуванні та розпушуванні міжрядь.

Збирання. Перила досягає нерівномірно, насіння легко осипається, тому збирають її роздільним способом. У валки скошують, коли 20% насіння набуде типового забарвлення. Вологість насіння при зберіганні не повинна перевищувати 10%.

Лялеманція (*Lallemancia*)

Лялеманцію вирощують на насіння, в якому міститься, залежно від сорту та умов вирощування, від 23 до 42% швидковисихаючої олії (йодне число 162-202) і до 24% білка. При вирощуванні лялеманції в умовах північного клімату вона дає більший вихід олії з вищим йодним

числом. Олія використовується на виготовлення оліфи та високоякісних лаків. При висиханні вона утворює міцну й еластичну плівку, кращу за льонову. Олію з лялеманції використовують також для виготовлення водонепроникних тканин, клейонок, ізоляційного матеріалу для електропроводки та ін. Макуха містить до 31-33% білка, тому її використовують для годівлі тварин.

Походження поширеної у виробництві лялеманції невідоме. Дикі види її ростуть на півдні України, в Закавказзі та країнах Малої Азії. В Європі вперше її стали вирощувати як олійну культуру в ХІХ ст., а з 1930 р. – в Україні. Тепер посіви лялеманції в Україні займають обмежену площу. Лялеманцію можна вирощувати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Середній врожай 10-12 ц/га. Лялеманція іберійська (*Lallemancia iberica* F. et M.) – однорічна трав'яниста рослина родини губоцвітих або ясноткових (*Labiatae*). Утворює прямостояче гіллясте стебло висотою 60-70 см.

Біологічні особливості. Невибаглива до тепла. Проростання насіння й ріст починаються при температурі ґрунту +3...+4°C, сходи з'являються при температурі повітря +5...+6°C. Малочутлива до змін температури в перші фази росту. Сходи витримують заморозки до мінус 6-8°C, хоч розвиток рослин при цьому затримується. Навіть у період цвітіння рослини витримують заморозки до мінус 3°C.

Лялеманція вважається посухостійкою рослиною, але найвищі врожаї збирають за умов достатнього зволоження. Найбільші вимоги культури до **вологи** у період від сходів до початку бутонізації.

До родючості **ґрунту** лялеманція невибаглива, проте найвищі врожаї дає на родючих чорноземах, що мають високий запас легкозасвоюваних поживних речовин у верхніх шарах. Для лялеманції потрібні чисті поля, тому що в перший період вона росте повільно і бур'яни часто заглушають посіви.

Лялеманція переважно **самозапильна рослина**, але можливе і перехресне запилення.

Вегетаційний період лялеманції триває 65-90 днів, у посушливі роки – 65-70 днів. Сума середньодобових температур від сівби до повного достигання на півдні України становить 1600-1700 °C.

Технологія вирощування

В Україні вирощують такі **сорти** лялеманції, як ДСС-24, ДСС-2, Донська Л-152, Високоросла 26.

Попередники. Кращим попередником для лялеманції є озима пшениця. Маючи короткий період вегетації, лялеманція, в свою чергу, є добрим попередником для озимих і післяжнивних культур.

Основний обробіток ґрунту проводять так само, як і під ранні ярі культури. Навесні зяб боронують, а перед сівбою культивують на глибину 4-6 см з одночасним боронуванням, шлейфуванням та коткуванням.

Удобрення. Лялеманція чутлива до **внесення добрив**. Під зяблеву оранку вносять гній (20-30 т/га), або мінеральні добрива ($N_{45}P_{45}K_{45}$).

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують насіння високих репродукцій, з обов'язковим протруєнням.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Висівають насіння лялеманції в ранні та максимально стислі строки, коли ґрунт на глибині 5 см прогріється до $+4...+5^{\circ}C$. Запізнення із сівбою в Степу на 5-6 днів від початку польових робіт, зумовлює зниження врожаю на 50-54%, а запізнення на декаду – знижувало врожай утричі. Глибина загортання насіння 2-3 см, а в сухі роки на легких ґрунтах до 4 см.

Основний спосіб сівби лялеманції звичайний рядковий з нормою висіву 16-20 кг/га. Для більш вологих районів північного та північно-західного Степу – 20 кг/га, а для посушливих районів півдня – 16 кг/га. У районах крайнього півдня можна висівати лялеманцію також широкорядним і двострічковим способами з міжряддям 45 см при нормі 18 кг/га.

Догляд за посівами. Догляд за посівами складається з 2-3 боронувань сходів легкими зубовими боролами, широкорядні посіви 2-3 рази культивують на глибину 5-6 і 6-8 см, обладнуючи культиватори пристосуванням для захисту рослин від присипання ґрунтом.

Збирання. Насіння лялеманції при досяганні легко обсипається, особливо в сиру погоду. Збирати високорослі посіви лялеманції краще прямим комбайнуванням на низькому зрізі. Приступають до збирання, коли насіння в чашечках нижніх 3-5 ярусів (кілець) головного стебла набуде фіалкового кольору. Низькорослі посіви, коли нижні кільця прикріплені на висоті 12-18 см, краще збирати роздільним способом. Змочене дощем насіння ослизнюється й швидко загниває.

Після обмолоту насіння очищають і просушують до вологості не більше 9%.

Арахіс, або земляний горіх (*Arachis hypogaea*)

Арахіс – цінна олійна культура. Насіння його містить невисихаючу олію (йодне число 90-103) з високими харчовими якостями, яку використовують у кондитерській, для виготовлення вищих сортів консервів, маргаринів та інших промисловостях. За смаковими якостями вона є добрим замінником дорогої прованської (оливкової) олії, яку добувають з плодів маслини.

Використовують насіння і при виготовленні кондитерських виробів, а також безпосередньо в їжу у підсмаженому вигляді. Сухе насіння арахісу містить олії 45-60%, білків – 23-37, безазотистих екстрактивних речовин – від 6 до 20%. Макуху (при холодному пресуванні) теж широко використовують у кондитерській промисловості (для виготовлення халви, печива, шоколаду, кави, цукерок та інших виробів). Арахісова макуха має до 45% білка і 8% олії.

Листя і стебла арахісу, після збирання врожаю, можна використовувати на корм худобі, тому що за кормовими якостями вони не поступаються сіну люцерни й конюшини. Як просапна бобова культура, арахіс є добрим попередником для багатьох польових культур.

Арахіс – одна з найбільш поширених олійних культур у світовому землеробстві. Найбільші його площі зосереджено в Індії, США, Індонезії, Бірмі, Бразилії. Світове виробництво арахісу становить близько 28 млн. т.

В Україні врожайність у середньому становить 14-16 ц/га, а в умовах зрошення на Брилівській дослідній станції в середньому за 7 років становила 25,7 ц/га (О.І. Зінченко, 1996).

Незважаючи на високу цінність продукції арахісу, посіви його в Україні займають незначні площі. Основною перешкодою щодо їх розширення, є трудомісткість виробничих процесів та висока вимогливість культури до факторів життя.

Арахіс, або земляний горіх, – однорічна трав'яниста рослина висотою 60-70 см з розгалуженим густо облистненим стеблом. Належить до родини бобових (Fabaceae). Квітки (жовті, оранжеві, по 1-3, рідко по 5-15, у китицях) надземні, після запліднення утворюють гінофори для проникнення плодів у землю, і підземні (клеистогамні), що дають основний урожай.

Вегетаційний період арахісу 115-130 днів, у середньо- і пізньостиглих сортів – до 150-170 днів. Сходи з'являються на 8-10-й день після сівби. Через 25-30 днів після сходів настає цвітіння, яке триває до збирання. На одній рослині протягом вегетації утворюється до 600 і більше квіток. Першими формуються квітки в нижній частині стебла. Квітка живе 1-2 дні.

Характеристику стадій розвитку арахісу за класифікацією ВВСН приведено в таблиці 73 та на рисунку 53.

Одночасно з цвітінням в арахісу наростає вегетативна маса, формуються боби. Таке суміщення фаз розвитку зумовлює підвищені

вимоги рослин до вологи, поживних речовин, особливо в період масового цвітіння і плодоутворення. Від цвітіння до досягання плодів минає 45-50 днів.

73. Стадії розвитку арахісу підземного

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе насіння
01	Початок набрякання насіння
03	Насіння набрякло повністю
05	Поява корінця з насінини
07	Гіпокотиль і сім'ядолі руйнують насінну оболонку
08	Гіпокотиль і сім'ядолі досягли поверхні ґрунту; видно дугу гіпокотилю
09	Сходи: гіпокотиль і сім'ядолі з'явилися над поверхнею ґрунту («стадія розтріскування»)
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	Сім'ядолі повністю розгорнулися ¹
11	Перший справжній листок (пірчастий) розгорнувся ¹
12	Другий справжній листок (пірчастий) розгорнувся ¹
13	Третій справжній листок (пірчастий) розгорнувся ¹
1...	Стадії тривають до розгортання наступних листків
19	Дев'ять і більше справжніх листків ¹ (бічних пагонів не видно) ²
МАКРОСТАДІЯ 2: ФОРМУВАННЯ БІЧНИХ ПАГОНІВ³	
21	Видно перший бічний пагін
22	Видно другий бічний пагін
23	Видно третій бічний пагін
2...	Стадії тривають до наступних бічних пагонів
29	Дев'ять чи більше бічних пагонів видно (2-го порядку)
МАКРОСТАДІЯ 3: ПОДОВЖЕННЯ ГОЛОВНОГО СТЕБЛА (РОСЛИННИЙ ПОКРИВ)	
31	Початок утворення рослинного покриву: 10% рослин зімкнули рядки
32	20% рослин зімкнули рядки
33	30% рослин зімкнули рядки
34	40% рослин зімкнули рядки
35	50% рослин зімкнули рядки
36	60% рослин зімкнули рядки

37	70% рослин зімкнули рядки
38	80% рослин зімкнули рядки
39	Суцільне покриття: 90% рослин зімкнули рядки
МАКРОСТАДІЯ 4: - МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЯВА СУЦВІТТЯ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
51	Видно перші квіткові бруньки
55	Видно окремі квіткові бруньки
59	Видно перші пелюстки: квіткові бруньки ще закриті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння
62	Видно перші ніжки карпофору
63	Цвітіння триває
64	Перші ніжки карпофору чітко подовжені
65	Повне цвітіння
66	Ніжки карпофору досягли ґрунту
67	Цвітіння припинається ⁴
68	Верхівка ніжки першого карпофору росте горизонтально у ґрунті
69	Кінець цвітіння ⁴
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
71	Початок розвитку бобів: верхівка ніжки першого карпофору потовщується (щонайменше вдвоє)
73	Продовження розвитку бобу: початок наповнення бобу; перші боби досягають кінцевого розміру і стиглості
75	Основна фаза розвитку бобу: продовження наповнення бобу
77	Первинний біб наповнений
79	Насіння заповнило порожнину бобів, які досягли свого кінцевого розміру
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОСТИГАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ ⁵	
81	Початок достигання: біля 10% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру.
82	Біля 20% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру.
83	Достигання триває: біля 30% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру
84	Біля 40% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру
85	Основна фаза достигання: біля 50% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру
86	Біля 60% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру

87	Пізніше досягання: біля 70% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру
88	Біля 80% бобів розвинені і досягли кінцевого розміру
89	Повна стиглість: майже всі боби розвинені і досягли кінцевого розміру
МАКРОСТАДІЯ 9: СТАРІННЯ	
91	Біля 10% рослин (надземна частина) усохла
92	Біля 20% рослин (надземна частина) усохла
93	Біля 30% рослин (надземна частина) усохла
94	Біля 40% рослин (надземна частина) усохла
95	Біля 50% рослин (надземна частина) усохла
96	Біля 60% рослин (надземна частина) усохла
97	Надземні частини рослини відмерли
99	Збирання продукції

Примітки:

¹ Листки рахують від сім'ядольного вузла (= вузол 0)

² Розвиток бічних пагонів спостерігають якомога раніше; у цьому випадку продовжуючи з основної стадії 2. Якщо це репродуктивні бічні пагони (плодові гілки), продовжують у стадії росту 5.

³ Вегетативні бічні пагони рахують від сім'ядольного вузла.

⁴ Лише для сортів з детермінантним періодом цвітіння

⁵ Критерії досягання: перикард твердий, з чіткою текстурою, можливе легке розкриття; насінна (шкірка) оболонка суха, має притаманний сорту темний колір

Біологічні особливості. Арахіс теплолюбна культура. Насіння починає проростати при 10-12°C. Сходи пошкоджуються заморозками мінус 0,5-1,0°C. Оптимальна температура для росту рослин 25-30°C. Найбільша потреба в теплі спостерігається в період цвітіння і плодоутворення. При температурі нижче 12°C плоди не розвиваються. Перші осінні заморозки пошкоджують рослини, при мінус 3°C вони гинуть, а свіжовикопані та невисушені боби втрачають схожість. При мінус 4°C боби стають непридатними для переробки.

Арахіс – вологолюбна рослина. Критичний період по відношенню до води починається з 30-40-денного віку рослин і триває до трьох місяців. У цей час арахіс вимагає постійного зволоження верхнього 20-30 см шару ґрунту.

Від сходів до цвітіння арахіс може переносити посуху. Наприкінці

вегетації потреба у воді зменшується.

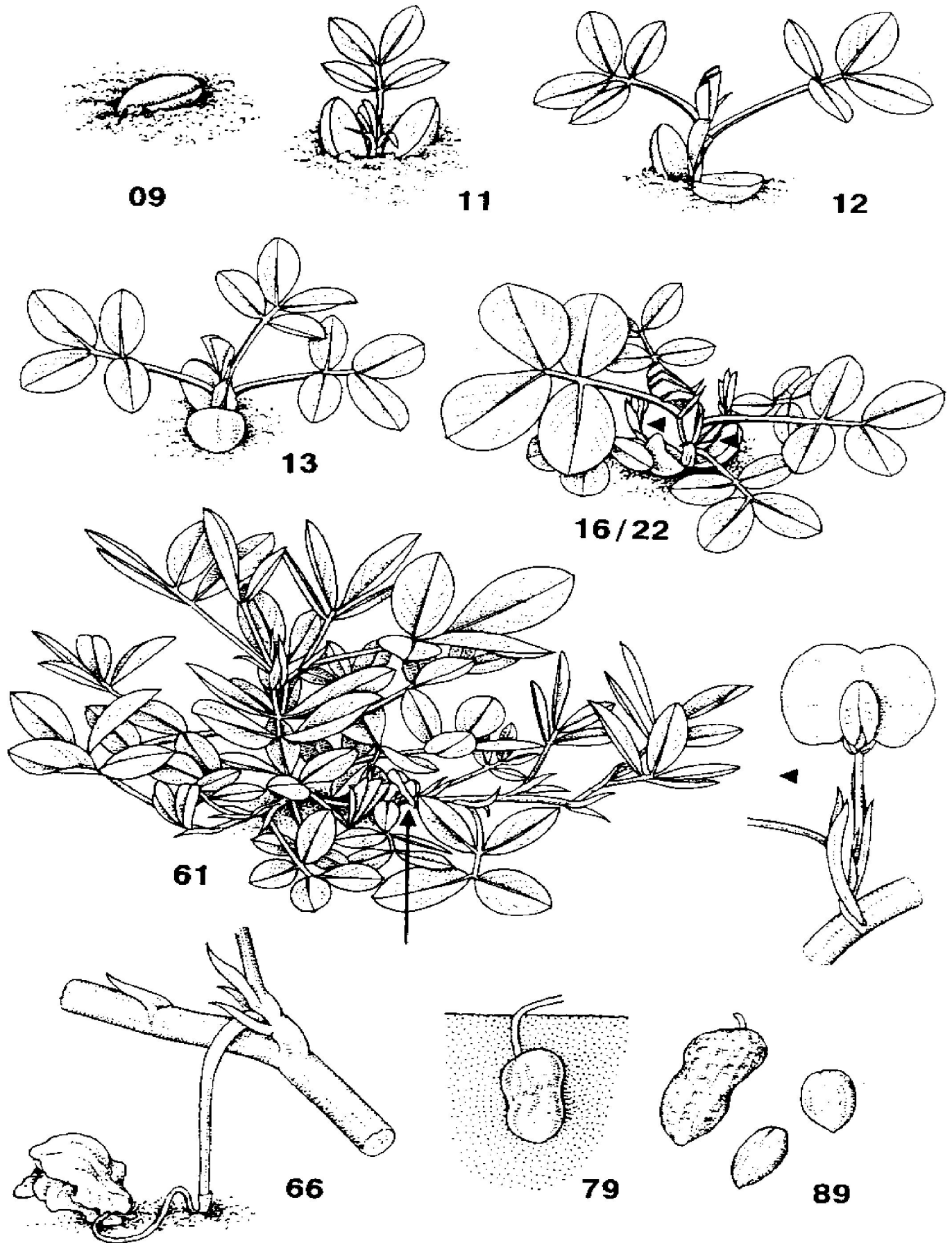


Рис. 54. Стадії розвитку арахісу

Арахіс належить до світлолюбних рослин короткого дня. Він вимогливий до родючості ґрунту та його гранулометричного складу. Кращими для нього є родючі чорноземи, сіроземи, каштанові ґрунти легкого гранулометричного складу. Малопридатні засолені, запливаючі, важкі суглинисті, а також перезволожені ґрунти. З урожаєм бобів 1 т/га і бадилля 2 т/га виносить з ґрунту 80-85 кг азоту, 10-20 кг фосфору і 30-45 кг калію.

Технологія вирощування

В Україні краще вирощувати **сорти** з прямостоячою формою куща: Перзуван 46/2, Жолудь, Закатали 294/1, Грузинський місцевий, Українська Валенсія.

Попередники. Кращими попередниками арахісу є зернові та удобрені просапні культури.

Обробіток ґрунту. Після стерньових попередників проводять 1-2 лущення та зяблеву оранку на глибину 27-30 см.

Після просапних культур поле відразу орють на глибину 27-30 см. Глибока оранка сприяє формуванню плодів у ґрунті.

Навесні закривають вологу за допомогою важких борін. Після появи сходів бур'янів поле культивують на глибину 10-12 см. У день сівби проводять передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння. Для передпосівного обробітку ґрунту можна також використовувати комбіновані агрегати.

Удобрення. Органічні добрива краще вносити під попередник (С.П. Танчик та ін., 2008), хоча О.І. Зінченко (1996) відмічає високий ефект від внесення під арахіс 20-30 т/га гною разом з фосфорними і фосфорно-калійними добривами ($P_{40}K_{30}$). Фосфорні та калійні добрива вносять восени під оранку із розрахунку 40-60 кг/га, а азотні – під передпосівну культивуацію. Проте проблему забезпечення азотом необхідно вирішувати агротехнічними заходами – обробкою насіння ризоторфіном, щоб повністю використати здатність арахісу до азотфіксації.

Підготовка насіння до сівби. Сіють арахіс вилущеним насінням, а також цілими або розламаними на 2-3 частини бобами. Перед сівбою насіннєвий матеріал протруюють. В день сівби насіння обробляють ризоторфіном.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіють арахіс, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 14-15°C. В умовах України такий температурний режим встановлюється орієнтовно 10-30 травня. Тривалість вегетаційного періоду арахісу 115-130 днів у ранньостиглих і 150-170 – у середньо- і пізньостиглих сортів.

Спосіб сівби широкорядний пунктирний з міжряддям 70 см. Глибина загортання насіння становить 6-8 см, а в умовах дефіциту ґрунтової вологи – 8-10 см.

На 1 м рядка висівають 10-12 насінин, або 4-6 бобів, що відповідає нормі висіву 50-80 кг/га. Оптимальна густота стояння рослин становить 100-120 тис./га.

Догляд за посівами. Після сівби проводять коткування. Подальший догляд полягає в утриманні ґрунту в розпушеному і чистому від бур'янів стані. Під час формування стебел проводять міжрядні розпушування ґрунту. У період масового цвітіння і утворення гінофорів проводять підгортання арахісу.

Збирання. Арахіс збирають, коли боби легко відокремлюються від гінофорів, листки частково пожовтіють, насіння набуде типового забарвлення. На півдні арахіс збирають у другій половині вересня – першій декаді жовтня. Спочатку арахісозбиральна машина АП-70 підрізає коріння, витягує рослини, обтрушує їх від землі і укладає у валок. Після просушування валки підбирає і обмолочує комбайн.

Зберігають арахіс при вологості насіння 9-10%.

Питання для самоконтролю:

1. Народногосподарське значення та представники олійних рослин.
2. Вкажіть основні показники, які впливають на якість рослинної олії?
3. Соняшник. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
4. Ріпак ярий та озимий. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
5. Рицина. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
6. Льон. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
7. Мак олійний. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

- | | | |
|---|---------------|------------|
| 8. Гірчиця. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 9. Сафлор. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 10. Кунжут. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 11. Суріпа. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 12. Рижій. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 13. Перила. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 14. Арахіс. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |
| 15. Лялеманція. Значення, систематика, особливості та технологія вирощування. | морфологічні, | біологічні |

9.5. Ефіроолійні рослини

Ефіроолійні рослини це рослини, які, крім жирної олії, містять ефірну олію із специфічним запахом. В склад ефірної олії входить суміш різних органічних сполук: вуглеводів, спиртів, фенолів, альдегідів, кетонів, органічних кислот тощо. Більшість ефірної олії в рослинах знаходиться у вільному стані. Вміст її у рослин різних видів коливається в досить широких межах. Ефірна олія має складний непостійний хімічний склад, зумовлений як природою самої рослини, так і місцем культивування, кліматичними умовами, технологією вирощування.

Використовують її у парфумерно-косметичній, фармацевтичній, миловарній, харчовій, тютюновій, консервній та інших галузях народного господарства.

В Україні вирощують понад 20 ефіроолійних культур, з них у польових умовах – коріандр, кмин, аніс, м'яту, фенхель, лаванду, шавлію мускатну, герань. Загальна площа посівів ефіроолійних культур становить близько 40 тис. га.

Ефірні олії нагромаджуються в різних органах рослин: плодах, насінні (коріандр, кмин, аніс), листках і стеблах (м'ята, герань), суцвіттях (лаванда, шавлія) (табл. 74). Плоди ефіроолійних культур містять також значну кількість звичайної (жирної) олії. Ефірну олію добувають шляхом відгонки її водяною парою, а жирну – екстрагуванням органічними розчинниками.

74. Вміст ефірної та жирної олій у різних ефіроносах (О.І. Зінченко, 1996)

Назва культури	Орган нагромадження олії	Ефірної олії, %	Жирної олії, %	Основна складова ефірної олії
Коріандр	Насіння	1,5-1,8	17-24	Ліналоол (60-80%)
Кмин	Насіння	4-6	14-22	Карвін (60-65%)
Аніс	Насіння	2,5-4	16-22	Анетол (80-90%)
Фенхель	Насіння	4-7	15-18	Анетол (50-60%)
М'ята	Листя і стебло	2,5-3,5	–	Ментол (45-65%)
Шавлія мускатна	Суцвіття	0,2-0,35	–	Ліналілацетат
Лаванда	Суцвіття	1-2	–	Ліналілацетат

Площа посіву ефіроолійних культур на території Вінницької області не перевищує 25 га.

Коріандр (*Coriandrum sativum*)

Серед ефіроолійних культур в Україні коріандр займає перше місце. Його батьківщина – Південна Європа і Мала Азія. Він має багато інших назв – кінза, коляндра, книшець та інші. З кожним роком площі посіву його зростають, тому що ґрунтово-кліматичні умови України цілком сприяють розвитку цієї культури і отриманню високих урожаїв. В Україні коріандр вирощують у Запорізькій, Миколаївській, Кіровоградській областях.

Листки коріандру містять вітаміни В₁, В₂, С, каротин, рутин. Прикоренева розетка (кінза) і плоди мають сильний аромат і гострий смак.

Коріандр вирощують для одержання насіння, з якого отримують ефірне масло (0,2-1,4%), що використовується в косметичній промисловості, лікєро-горілочній, кондитерській та інших галузях. Плоди містять, крім ефірної олії, до 28% жирів, білкові речовини, органічні кислоти, вітамін С. Після переробки коріандровий шрот використовується як цінна харчова добавка у раціоні тварин. В ньому містяться органічні речовини, які мають кормову цінність: сирий білок, сирий жир, клітковина, безазотисті речовини та зола.

Коріандр, крім того, є високоцінною медоносною культурою, середній вихід меду становить у межах 145-150 кг/га.

Насіння коріандру використовується також у харчовій, хлібопекарській та ковбасній промисловості, як прянощі. Досить цінна лікарська культура, ефірна олія якої посилює діяльність харчотравних залоз, має жовчогінну, антисептичну, болезаспокійливу, відхаркувальну дію; є вихідною сировиною для парфумерної промисловості.

Коріандр (*Coriandrum sativum*) однорічна рослина, належить до родини селерових, характеризується тривалим періодом проростання насіння – 20-25 днів і повільним розвитком рослин у перший період після сівби. Розвиток коріандру за **фазами** проходить наступним чином: сівба-поява сходів – 17-21 день; сходи-утворення розетки – 13-15 днів; розетка-стеблування 18-21 день, стеблування – бутонізація 12-14 днів; бутонізація – цвітіння – 18-21 день; цвітіння-дозрівання – 20-23 дні. Період вегетації складає 90-110 днів залежно від погодно-кліматичних умов.

У культурі відомі озимі та ярі форми коріандру, проте в Україні вирощують лише яру форму.

Стебло 50-100 см заввишки. **Корінь** стрижневий, добре розвинений, заглиблюється в ґрунт до 1 м. **Суцвіття** – складний зонтик. **Плід** – куляста ребриста двосім'янка. Маса 1000 насінин 6-10 г. Ефірна

олія нагромаджуються в особливих каналцях, розміщених у стінках плодів.

Біологічні особливості. Коріандр не боїться приморозків, витримує $-1... -10^{\circ}\text{C}$ морозу. Проростає насіння коріандру при температурі $+5...+8^{\circ}\text{C}$ тепла. Оптимальна температура для росту рослин $18-20^{\circ}\text{C}$. Підвищені температури в період вегетації зумовлюють зниження врожайності і вмісту олії в сировині.

Коріандр – **вологолюбна** рослина. Для набубнявіння плоди поглинають 120-125% води від маси насіння. Після сходів і до масового стеблування, коріандр витрачає мало вологи і добре переносить ґрунтову посуху. Критичний період у забезпеченні вологою – фаза цвітіння. **Транспіраційний коефіцієнт** становить близько 600.

Коріандр – світлолюбна рослина довгого дня. При затіненні зменшується гілкування рослин.

До **ґрунтів** коріандр вибагливий. Витрачає на утворення 1 ц врожаю, приблизно, 2,5-4,4 кг азоту, 1,2-1,3 кг фосфору та 3,0-4,3 кг калію. Близько 80% цієї кількості поживних речовин засвоюється в період стеблування-цвітіння. Кращі **ґрунти** для коріандру – чорноземи, легкі суглинки та вгноєні супіски. Непридатними є важкі глинисті, солонцюваті та піщані ґрунти.

Технологія вирощування

Сорти: Кіровоградський, Янтар, Оксамит, Нектар, Гарант, Медун.

Попередники. Кращими попередниками для коріандру вважаються озимі зернові, що сіялись по удобреному пару або просапних культурах. Також висівають коріандр і після ранніх ярих зернових, зернобобових, кукурудзи та картоплі. Не слід розміщувати його після культур, які висушують ґрунт і пізно звільняють поля – соняшник, цукрові буряки, суданська трава. Повертають на попереднє поле не раніше як через 4-5 років.

Основний обробіток ґрунту. Осінній обробіток ґрунту включає лущення стерні попередника на глибину 6-8 см одразу після збирання. Якщо поле після просапних культур дуже засмічене бур'янами, або поле після кукурудзи, то ґрунт слід обробляти дисковими боронами на глибину 10-12 см. Через 3-4 тижні проводять оранку на глибину 22-25 см.

Ранній зяб слід обробляти по типу напівпару. Це дасть змогу очистити поле від бур'янів та забезпечить стабільно високі врожаї даної

культури.

Головною метою весняного обробітку ґрунту перед сівбою є розпушення і вирівнювання поверхні ріллі, щоб зменшити випаровування ґрунтової вологи. Він складається з ранньовесняного закриття вологи та передпосівної культивуації з боронуванням. Для закриття вологи краще використовувати середні борони БЗСС-1,0; важкі БЗТС-1,0 або шлейф-борони ШБ-2,5. Передпосівна культивуація проводиться на глибину 3-4 см, з врахуванням того, щоб відразу проводити сівбу, не допускаючи підсихання ґрунту. Для передпосівної культивуації, поряд з культиваторами КПС-4, раціонально використовувати ґрунтообробні агрегати типу “Європак”, АГ-6 “Борекс”, АПБ-6 “Поділля” та інші.

Удобрення коріандру. Коріандр дуже вимогливий до родючості ґрунту й забирає з нього велику кількість поживних речовин, тому для одержання високих урожаїв під нього слід вносити мінеральні добрива. Ефективність застосування добрив більша, якщо ґрунт забезпечений вологою, через це в зоні недостатнього зволоження основну масу мінеральних добрив (70-80%) вносять восени, а залишок (20-30%) вноситься навесні перед сівбою.

Добре впливає на врожайність коріандру комплексне внесення трьох основних елементів живлення: азоту, фосфору та калію. При внесенні якогось одного з цих елементів, ефективність буде значно меншою.

Якщо коріандр висівається після озимини по удобреному пару, то вносять лише повне мінеральне добриво з розрахунку 45-60 кг/га д. р. азоту, 45-60 фосфору та 35-40 кг/га д. р. калію. Якщо ж під попередник органічних добрив не вносили, їх треба внести під коріандр (20-30 т/га). Ефективне також внесення під час сівби в рядки гранульованого суперфосфату (50-70 кг/га) та аміачної селітри (25-30 кг/га).

Після просапних культур вносять азоту 45-60; фосфору 45-60 та 30-45 кг/га д. р. калію, але слід пам'ятати, що норми добрив слід визначати з урахуванням результатів агрохімічного обстеження поля та запланованої врожайності.

Використання органічних добрив має вплив на формування більшої вегетативної маси (листя, стебла) і розтягує період вегетації.

Підготовка насіння до сівби. Сіяти коріандр необхідно тільки кондиційним насінням. Вологість насіння не повинна перевищувати 13%. Насіння коріандру поділяється на класи, вимоги до якого наведені в таблиці 75.

Коріандр сіють, як правило, насінням I класу. Ефективним засобом

прискорення з'явлення сходів (на 5-6 днів) є сівба пророщеним насінням. Техніка така: замочене насіння (з розрахунку 60 л води на 1 ц насіння) старанно перемішують і згортають у ворох, де воно поступово зігрівається до 18-20°C. При такій температурі насіння витримують до початку проростання. Як тільки накілється 2-3% насіння, його розгортають і поступово просушують. Перед сівбою насіння обов'язково протруюють. В якості протруйника використовують препарат вітавакс 200, з. п., норма препарату – 3 кг/т. Витрата суспензії препарату 10 л/т.

75. Посівні якості насіння коріандру

(В.В. Савранчук та ін., 2005)

Клас	Схожість, %	Чистота, %	Насіння		Відхід, %
			культурні рослини, шт./кг	бур'янів, шт./кг	
I	90	99	50	50	1,0
II	80	98	100	200	2,0

Строки сівби. Норма висіву насіння. Кращими строками сівби є ранньовесняні одночасно з сівбою ранніх зернових. Запізнення з сівбою призводить до того, що рослини не можуть використати у повній мірі весняні запаси вологи в ґрунті, внаслідок чого різко знижується врожайність коріандру.

Вибір способу сівби залежить від виробничих умов та засмічення поля бур'янами. Для механізованого догляду за посівами коріандру, його рекомендується сіяти прямолінійними рядками з міжряддям 45 см (1,7-1,8 млн. схожих насінин на га).

Якщо сіяти коріандр звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см (2,2-2,4 млн. схожих насінин на га), то обов'язковим заходом по догляду за посівами буде застосування гербіцидів. Норма висіву при суцільній рядковій сівбі становить 20-25 і при широкорядній – 16-18 кг/га.

Однією з причин слабких і не вирівняних сходів є заглибока сівба. Глибина загортання насіння коріандру повинна становити 3-4 см. Для досягнення цього необхідна добре вирівняна поверхня поля.

Коріандр можна сіяти як звичайними зерновими сівалками СЗ-3,6А; СЗТ-3,6А; СЗ-5,4; СЗПЦ-12; СЗП-12, так і овочевими СЛС-12; СО-4,2 та інші.

Догляд за посівами. Для забезпечення високої врожайності, необхідно своєчасно і старанно виконувати агрозаходи, які сприяють нормальному росту і розвитку рослин. Критичним періодом розвитку

коріандру є фаза від появи сходів до стеблування. У цей період сходи дуже пригнічуються бур'янами, що знижує врожайність.

Після сівби одразу проводять коткування. Для цього використовуються наступні машини: КПП-3, КПП-6, ЗКШ-6. Якщо у перші 4-5 днів утворюється ґрунтова кірка, то її слід знищити легкими або середніми боронами: ЗП-15, БЗСС-1,0. Боронування потрібно проводити по діагоналі поля.

Після появи сходів необхідно проводити боронування упоперек або по діагоналі поля. Слід регулювати швидкість руху агрегату, щоб не допустити висмикування рослин коріандру з ґрунту.

При сівбі з міжряддям 45 см рекомендується проводити міжрядний обробіток по мірі проростання бур'янів. В якості машин для міжрядного обробітку можна використовувати культиватори УСМК-5,4, КА-4,2, УКР-1,4, УКР-5,6. При проведенні міжрядних обробітків, слід дотримуватись захисних зон у рядках, а потім потрібно виконати ручне прополювання в рядках.

Щоб поліпшити запилення, на посіви в період цвітіння вивозять пасіки з розрахунку по 2 бджолосім'ї на кожний гектар площі.

Захист посівів коріандру. Головним фактором формування врожайності коріандру є наявність бур'янів. В основному всі рекомендовані гербіциди, які вносять під коріандр, є допосівними або досходовими. Для боротьби з однорічними дводольними та злаковими бур'янами слід використовувати: гезагард 50WP, з.п. – 4,0 кг/га, 2,4-Д 500 в.р. – 2,5 л/га, луварам 50% в р.н. – 2,0 л/га, стомп 330, к.е. – 3,5 л/га, трефлан 480, к.е. – 6,0 л/га, трифлурекс 48%, к.е. – 6,0 л/га. При внесенні гербіцидів по сходах, слід використовувати такі препарати: агрітокс, 50% в.р. – 0,4-0,5 л/га та гезагард 50WP, з. п. – 4,0 кг/га.

Для боротьби із шкідниками слід проводити обприскування посівів до цвітіння наступною сумішшю препаратів: ф'юрі, 10 % в. е. – 0,15 л/га + Бі-58 новий к. е. – 0,7 л/га.

Збирання врожаю. При збиранні плодів коріандру важливо пам'ятати, що вони досягають неодноразово, спочатку центральні, а потім бічні зонтики. Зрілі плоди в дощ та вітер можуть легко осипатися, тому необхідно збирати його в найкоротший період. Збирання врожаю є основним моментом всього виробничого циклу.

Перед збиранням слід визначитись, які площі будуть збирати на пряму, а які роздільним способом. Щоб прискорити висихання плодів, посіви коріандру при побурінні 40-50% зонтиків обробляють хлоратом магнію в дозі 5-10 кг/га діючої речовини. Через 3-5 днів збирають

врожай прямим комбайнуванням. При збиранні роздільним способом необхідно враховувати погодні умови.

Роздільне збирання слід починати при побурінні 65-70% зонтиків, а пряме – при 85-90%. Збирати врожай коріандру можна такими комбайнами: КЗС-9 “Славутич”, “Лан”, СК-5 “Нива”, Дон 1500Б, “Джон Дір”, “Клаас”, “Кейс” тощо.

Насіння очищають і додатково просушують, щоб вологість його була не вище 12%. Кінцева очистка насіння полягає в доведенні його до посівних кондицій. Зберігають насіння так само, як і насіння зернових культур.

Кмин (*Carum carvi* L.)

Насіння кмину містить 4-6% ефірної і 14-22% жирної олії. Ефірну олію використовують у лікєро-горілочній, фармацевтичній, парфумерній, тютюновій промисловостях тощо.

За народногосподарською характеристикою, кмин – складова всіляких приправ для гарячих страв, та холодних закусок

Суцвіття у кмину – складний зонтик. **Листки** та пряні коренеплоди вживають протягом усього року в свіжому, сушеному й переробленому вигляді. Коренеплоди кмину використовують також для виготовлення повидла й варення з медом і цукром. **Плід** – видовжена двосім’янка, яка при досяганні розпадається на напівплодики. Маса 1000 насінин 2-4 г. Насіння застосовують як ароматичну ефірну добавку під час випікання хліба, виготовлення цукерок, тортів, булочок, ковбас, сиру та інших кисломолочних продуктів, використовують його в солінні та маринуванні. В медицині кмин рекомендують як сечогінний, відхаркувальний та антисептичний засоби; він сприяє збільшенню виділення молока в жінок, які годують немовлят.

Батьківщиною кмину є Передня Азія і Європа.

Основні площі кмину в Україні розміщені в Хмельницькій, Львівській і Тернопільській областях, де при належній технології збирають по 10-12 ц/га насіння.

Біологічні особливості. Кмин – дворічна пряно-смакова культура, належить до родини Селерових (Apiaceae Liride), холодостійка й скоростигла. У перший рік через 30-40 днів після появи сходів розвиває розетку дуже розсічених листків і коренеплоди, на другий рік – квіткове стебло з квітками та насінням. Насіння проростає за температури +7...+8°C, тому рослина в перший рік життя спокійно перезимовує, рано навесні швидко відростає й наприкінці квітня дає

товарну продукцію.

Характеризується високою зимостійкістю. У фазі розетки кмин витримує сильні морози, що обумовлюється наявністю значної кількості цукрів у його коренях під час зимівлі. Висока температура (понад 30°C) негативно впливає на формування врожаю й накопичення ефірної олії.

Кмин – **вологолюбна** рослина, тому високі врожаї дає лише в зоні достатнього зволоження. Оскільки вологу насіння поглинає повільно, то сходи з'являються тільки через 18-25 днів після висівання. Найбільше вологи потрібно під час стеблуння й цвітіння.

Кмин – **світлолюбна** рослина, особливо в перший рік вегетації. За сівби під покрив інших культур його врожай зменшується. В загущених посівах (у разі затінення у фазі розетки) на другий рік вегетації кмин не утворює квітконосних пагонів.

Кмин добре росте на різних типах **ґрунтів**. Не придатні для нього заболочені, кислі, пересушені ґрунти. На початку вегетації кмин росте дуже повільно, тож посіви можуть забур'янюватися.

Технологія вирощування

Сорти кмину, районовані в Україні: Подільський 9, Рубін, Тонус, Случ, Пултівський та інші.

Попередники. Кмин висівають після озимих і ярих зернових, зернобобових культур. У рік плодоношення він рано звільняє поле, тому є добрим попередником для озимих та інших культур.

Обробіток ґрунту. Спершу луцять стерню, потім орють на глибину 25-27 см. Навесні ґрунт боронують та культивують. Перед сівбою його обробляють комбінованим знаряддям типу РВК-3,6.

Удобрення. Восени під оранку вносять фосфорні й калійні добрива – $P_{40}K_{40}$, навесні – N_{40} під культивацію. Кмин повністю використовує добрива, які додають у підживлення в два заходи. У перший рік вегетації під час останнього розпушення міжрядь вносять $P_{40}K_{40}$. На другий рік після перезимівлі рано навесні вносять N_{40-50} .

Сівба. Висівають кмин широкорядними способом із відстанню між рядками 45 см. Глибина загортання насіння – 2–3 см. Норма висіву – 8–10 кг/га, або 1,7-1,8 млн. схожих насінин на 1 га. У більшості рекомендацій кращим строком сівби кмину є ранній, одночасно з ранніми ярими культурами. Проте ефективна й літня сівба в липні після культур, що рано звільняють поле. За літнього висіву кмин можна роз-

міщувати у сівозміні, не порушуючи чергування культур. За весняної сівби неефективно використовується поле в перший рік вегетації.

Догляд за посівами. Кмин – дворічна культура. Спочатку росте дуже повільно: від сходів до появи першого справжнього листка минає два тижні. Тому важливо не допустити забур'янення посівів. У перший рік вегетації здійснюють боронування й застосовують міжрядний обробіток не менше чотирьох-п'яти разів. За потреби загущені посіви у фазі трьох-чотирьох справжніх листків проріджують, залишаючи на 1 м рядка вісім-десять рослин. Формуються коренева система й розетка листків, а генеративні органи не утворюються.

На другий рік рано навесні посіви боронують упоперек рядків, а після відростання рослин до змикання рядків ще двічі-тричі розпушують ґрунт.

Збирання. Плоди кмину досягають неодноразово, а стиглі легко обсіпаються. Тож роздільним способом урожай збирають, коли побуріє 35-40% плодів, а прямим комбайнуванням – 50-60%. Обмолочують валки через два-три дні після скошування. Насіння очищають, підсушують. Для тривалого зберігання вологість насіння потрібно знизити до 10-11%.

М'ята перцева (*Mentha piperita*)

З листя м'яти добувають цінну ментолову олію, яку використовують у фармацевтичній, миловарній, харчовій, кондитерській та інших промисловостях. Вихід олії становить 2-3% маси сухого листя, а в окремих сортів при вирощуванні їх у південних районах – до 4%. Олія м'яти містить 50-60% ментолу. Вміст ефірної олії в різних частинах рослини неоднаковий і в перерахунку на суху речовину становить: у суцвіттях – 4-6, листках – 2,5-3, стеблах – 0,3-0,4%. Крім ефірної олії, листки містять аскорбінову кислоту (25-30 мг), каротин (40-45 мг), рутин (15-20 мг) та інші цінні речовини.

Перцеву м'яту ввели в культуру близько 300 років тому. Батьківщиною м'яти перцевої вважається Англія. В Україні її стали вирощувати на початку XVIII ст., а нині основні площі її розміщені в Чернігівській, Черкаській, Сумській,

Київській та Полтавській областях. Останніми роками селекціонери створили багато сортів, які забезпечують високу врожайність фітомаси зі значним вмістом ефірної олії. Сприятливі кліматичні умови України дають змогу одержувати врожаї зеленої фітомаси в межах 250-300 ц/га і більше. Із 2-3 ц сирової маси в середньому одержують 1 кг олії,

а з урожаю 150 ц/га – 55-60 кг цінної ефірної олії.

М'ятна олія є важливим експортним продуктом. Не менше значення для експорту має листя м'яти, з якого в зарубіжних країнах готують цінні лікарські препарати та настоянки. Дослідження, проведені в нашій країні і за кордоном, показали, що відходи фітосировини м'яти перцевої є поживним кормом, у якому міститься 16,0-19,0% протеїну, 40-45% жиру, 20-22% БЕР, багато вітамінів, макро- та мікроелементів. Для виготовлення ліків використовують траву й листя м'яти перцевої. Заготовляють сировину, коли половина квіток у суцвітті зацвітає, а решта перебуває в стадії бутонізації.

М'ята перцева – багаторічна трав'яниста рослина з **родини** глухокропивових (губоцвіті, або ясноткові). Має однорічну надземну й багаторічну підземну частину, представлену соковитими кореневищами. **Коренева система** її мичкувата, розгалужена. З підземної частини стебла відростають кореневища, а з кореневої шийки – пагони. Кореневища поширюються в ґрунті на глибину до 5-6 см, а пагони стеляться по поверхні ґрунту. **Стебла** чотиригранні (заввишки 50-80 см) порожнисті, густо залистяні. **Листки** прості короткочерешкові видовжено-яйцеподібної форми. **Суцвіття** – колосоподібна китиця. На нижньому боці листків розміщена основна кількість залоз, в яких нагромаджується ефірна олія.

Частина залоз знаходиться на молодих стеблах.

Рід *Mentha* дуже поліморфний. Культурна м'ята в дикому стані невідома.

Вегетаційний період м'яти (від садіння до технічної стиглості листя) триває 80-130 днів.

Біологічні особливості. М'ята маловимоглива до **тепла**. Навесні вегетація м'яти відновлюється при температурі 2-3°C. Приморозки в цей період до мінус 8°C переносить добре, а зі сніговим покривом шаром 10-15 см – до мінус 18...20°C. У роки з теплими зимами м'ята добре перезимовує, але при температурі мінус 15-20°C без снігового покриву або спеціального вкриття вимерзає. Спочатку вимерзають надземні пагони (батogi), а потім і кореневища. Оптимальна температура для росту та розвитку м'яти перцевої – 19...20°C. В умовах тривалої низької температури на рослинах зменшується кількість суцвіть і спостерігається рідке цвітіння травостою. Впродовж вегетаційного періоду (від появи сходів до цвітіння) м'ята потребує суми температур від 1500 до 1600°C.

М'ята перцева дуже вибаглива до **світла**. Вона є рослиною тривалого дня і найкраще розвивається за достатнього освітлення. Для

нормального розвитку вона потребує не менше 12 світлових годин. Якщо перенести культуру на північ, де тривалість дня збільшується, м'ята зменшує свій вегетаційний період, швидше розвивається й зацвітає. За сприятливої тривалості дня й достатнього освітлення вона формує високі врожаї надземної фітомаси з високим вмістом якісної олії. За недостатнього освітлення формується менша листкова поверхня, листки швидко відмирають і різко зменшується вихід якісної олії. Тому не варто висаджувати рослини густо, а міжряддя мають бути достатньо широкі для доброго освітлення. Садіння м'яти під плодів культури допускається тільки в молодих садах з рідкою кроною.

М'ята перцева вибаглива до ґрунтової та атмосферної вологи в усі фази свого розвитку. Найкращі умови для її росту й розвитку створюються за вологості ґрунту 75-80% НВ. Культура найвибагливіша до вологості у фазі галуження та початку цвітіння. За недостатньої вологості рослини формують малу кількість стебел із дрібним листям, унаслідок чого формується низька врожайність надземної маси й зменшується збір якісної олії.

М'ята перцева добре розвивається за частих, але помірних опадів. Надмірне зволоження ґрунту негативно впливає на розвиток рослин, вони сильно уражуються хворобами, й значна частина рослин гине, внаслідок чого формується рідкий низьковрожайний травостій.

М'ята характеризується підвищеними вимогами до родючості **ґрунту** та вологи. Найкраще росте вона на наносних ґрунтах у долинах річок, а також на ділянках з високим рівнем залягання ґрунтових вод, які не затоплюються навесні. Найбільш придатними ґрунтами для неї є легкі за механічним складом чорноземи та окультурені торфовища, з нейтральною реакцією сольового розчину (рН 7,0-7,5).

Найкращими ґрунтами для м'яти є: чорноземи опідзолені темно-сірі та сірі лісові ґрунти, дерново-підзолисті, дерново-карбонатні, дернові ґрунти, окультурені торфовища. Не придатні для вирощування м'яти ґрунти, важкі за механічним складом, солонці, піщані, кислі, з недостатньою теплопровідністю й ті, що тривалий час затоплюються водою (понад 15-20 днів).

Розмножується м'ята кореневищами, пагонами або розсадою. Насінням її розмножують лише в селекції.

Технологія вирощування

Агротехнологія вирощування зводиться до послідовного проведення всіх технологічних операцій, якісного та ретельного їхнього виконання.

Урожайність, якість фітомаси м'яти перцевої великою мірою залежить від **сорту та посадкового матеріалу**. Для умов Полісся, Лісостепу та Степу рекомендується використання таких сортів: Заграва, Краснодарська 2, Лубенчанка, Лідія, Мама, Прилуцька 6, Прилуцька 14, Удойчанка, Українська перцева, Лікарська 1, Чорнолиста.

Попередники. Зважаючи на високі вимоги до родючості ґрунтів, м'яту розміщують у спеціальних сівоzmінах. Кращими попередниками для неї є овочеві культури, багаторічні бобові трави, удобрені озимі. На одному місці її зазвичай вирощують 2-4 роки підряд, проте рослини при цьому дуже уражуються іржею.

В разі вирощування в сівоzmіні застосовують такі схеми чергування культур: озимі або ярі культури; м'ята (2-3 роки); ярі з підсівом трав; трави; м'ята (2-3 роки).

Обробіток ґрунту під м'яту такий самий, як і під інші технічні культури. В різних ґрунтово-кліматичних зонах України під м'яту перцеву застосовують диференційований обробіток ґрунту, за якого поєднують глибокий та звичайний, з використанням полицевих, плоскорізних, дискових, голчастих, комбінованих ґрунтообробних знарядь.

Обробіток ґрунту повинен забезпечувати знищення бур'янів, збереження вологості, вирівнювання поверхні. Способи підготовки ґрунту під м'яту залежать від його типу, механічного складу, попередників, видів насіння, добрив.

Після зернових, зернобобових травосумішок проводять лушення стерні дисковими луцильниками, лемішно-полицевими луцильниками і через 20-25 днів орють на глибину 22-25 см. У міру проростання бур'янів поле двічі культивують на глибину 10-12 см. Якщо м'яту висівають після просапних культур, чистих від бур'янів, стерню не лушать, а відразу ж починають орати поле плугами в агрегаті з боронами. Глибина оранки частіше сягає глибини орного шару. Рано навесні поле боронують важкими боронами в два сліди, а перед посадкою здійснюють шлейфування й культивацію на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням. Перед висаджуванням м'яти перцевої, обробіток слід здійснювати лише впоперек або по діагоналі запланованої посадки.

Після багаторічних трав, махорки, конопель, овочевих культур оранку проводять відразу після збирання врожаю. Рано навесні проводять боронування та культивацію у 2 сліди на глибину 10-12 см.

Удобрєння. У підвищенні врожайності надземної частини фітомаси

велике значення мають як органічні, так і мінеральні добрива. У зв'язку з тим, що м'ята росте на одному місці 3-4 роки та формує високу врожайність, під неї вносять перепрілий гній або компост у дозі 30-40 т/га та мінеральні добрива NPK у дозах 45 кг/га. Якщо органічних добрив немає, то під м'яту можна використати сидеральні добрива. Кращими сидератами є: люпин вузьколистий (синій), буркун білий та жовтий, суміші бобових культур із капустяними (хрестоцвітими) видами. М'яту, масу якої використовують тільки на лікарські цілі, слід удобрювати виключно органічними добривами. Це дасть змогу одержувати екологічно чисту фітомасу без нітратів та інших шкідливих речовин. Травостої м'яти перцевої, які зростають на окультурених торфовищах, удобрюють лише фосфорно-калійними добривами в підвищених дозах. Щоб підвищити інтенсивність цвітіння м'яти перцевої, під неї вносять фосфорні та калійні добрива. Враховуючи, що суцвіття містять найбільше ефірної олії, цей агрозахід має велике значення.

На окультурених торфовищах вносять лише фосфорно-калійні добрива в підвищених дозах.

Крім того, калій та фосфор підвищують зимостійкість рослин, посухостійкість, регулюють азотний обмін. Особливо ефективні підживлення фосфорно-калійними добривами в осінній період. Важливим чинником підвищення врожайності надземної та підземної фітомаси є застосування мікродобрив (марганець, бор, залізо).

Підготовка посадкового матеріалу до садіння. Урожайність насіння м'яти перцевої невисока, а насіння має дуже низьку схожість (усього 10-15%), маса 1000 насінин – усього 0,07-0,09 грамів. Тому, як ми вже зазначали, м'яту розмножують переважно вегетативно – кореневищами та розсадою.

Кореневища заготовляють із високоврожайних сортів, пристосованих до певних ґрунтово-кліматичних умов та регіону. Їх висаджують восени та навесні. Для весняного садіння кореневища зберігають у траншеях завглибшки 1,3-1,5 м., викладають шаром 15-20 см, накривають поліетиленовою плівкою та ґрунтом (10-15 см), а зверху шаром соломи, завтовшки 15-20 см. Оптимальна температура зберігання - 1...3°C. Навесні кореневища ретельно оглядають і перебирають. Усі роботи з підготовки завершують за короткий термін. Зів'ялі кореневища для садіння зовсім не придатні.

Садіння. При вирощуванні м'яти кореневищами або пагонами (батогами), після весняного обробітку ґрунту нарізають борозни на глибину 8-10 см тракторними або кінними підгортачами. Ширина

міжрядь 45-50 см. Висаджують кореневища або пагони в перші дні весняних робіт водночас із сівбою ранніх ярих за допомогою спеціальних машин або вручну, вкладаючи їх на дно борозни у вологий ґрунт суцільною стрічкою. Кореневища притискують до вологого ґрунту, а борозни загортають шлейфами. На гектар висаджують до 10-15 ц кореневищ. Найоптимальніші умови для росту та розвитку м'яти перцевої будуть за густоти рослин 115-120 тис./га. Садять м'яту також розсадою в борозни, нарізані маркером і попередньо политі. Ширина міжрядь, як і при садінні кореневищами, становить 45-50 см, відстань між рослинами в рядку – 12-15 см.

Весняне садіння кореневищ інколи дає небажані наслідки. Це буває тоді, коли їх висаджують пізно, кореневища попадають у несприятливі умови зволоження ґрунту й погано проростають. Крім того, пізнє весняне садіння часто зміщує вегетативний період м'яти назад, і це негативно впливає на нормальний розвиток рослин нового врожаю.

Виробничий досвід вказує на перевагу осіннього висаджування, яке здійснюють у жовтні. Висаджені восени кореневища м'яти рідше вимерзають навіть за мінімальної температури. М'ята осіннього строку садіння повніше використовує ґрунтову вологу, проростає значно швидше, рослини вищі, з великою листовою поверхнею, внаслідок чого культура формує врожайність на 15-20% вищу порівняно з рослинами, висадженими навесні. Садити густо м'яту не потрібно, бо занадто густий травостій недостатньо освітлюється, що є причиною зниження врожаю, збору ефірної олії та її якості.

Менш поширеним способом розмноження м'яти перцевої є **розсадний**. Цей спосіб придатний для розмноження нових високоментольних сортів та коли немає кореневищ. Під вирощування розсади відводять родючі ґрунти, добре забезпечені елементами живлення, вологою, захищені від вітрів (особливо східних), чисті від бур'янів. Під розсадник вносять органічні добрива: перепрілий гній, компости й мінеральні добрива. У формуванні надземної та підземної маси розсади м'яти перцевої велике значення мають фосфорні, калійні добрива і мікроелементи. Фосфор та калій підвищують зимостійкість розсади, посухостійкість, регулюють азотний обмін, сприяють коренеутворенню.

Під час вирощування розсади, за рослинами ретельно доглядають: знищують бур'яни, шкідників, розпушують ґрунт. Для доброї перезимівлі розсадники вкривають гноєм або торфом, а взимку вдаються до снігозатримання.

Розсаду висаджують тільки навесні, коли вона досягає висоти 10-12 см і має шість-вісім пар листочків. Заготовляють розсаду вручну. Вирощена розсада повинна мати розвинену кореневу систему й кореневища завдовжки 1,5-2,5 см, що забезпечує добре приживлювання та розвиток. Викопану розсаду вмочують корінням у земляну бовтанку й до моменту садіння зберігають у зволоженому ґрунті. Зберігати тривалий час розсаду не потрібно, її висаджують у день, коли заготували. Висаджують розсаду розсадосадильними машинами СКН-6А з пристосуванням ПРМ-6 у політі борозни з міжряддями 70 см на відстані 6-7 см із таким розрахунком, щоб на поверхні ґрунту залишались дві-три пари листків. Норма висаджування рослин – 105-115 тис. шт./га. У разі висаджування кореневищами на один гектар потрібно 0,1-0,15 га площі розсадника, а за садіння розсадою – 0,1 га.

Догляд за посівами. Догляд має передбачати створення оптимальних умов для росту й розвитку м'яти, щоб отримати високу врожайність фітомаси та ефірної олії. Проростання кореневищ після висаджування починається через 25-30 діб. До появи сходів на посадках м'яти проводять дво-, триразове боронування легкими або середніми боролами впоперек рядків, а під час вегетації – два-три міжрядних розпушення. Це дає змогу майже повністю знищити бур'яни, унеможливити утворення кірки, сприяє розпушенню ґрунту, зменшує випаровування вологи. Післясходові боронування припиняють тоді, коли висота рослин досягає 6-8 см. Після сходів проводять 3-4 культивації та 1-2 підживлення. Перше розпушування ґрунту в міжряддях рекомендується проводити на глибину 10-12, а наступні – на 6-7 см.

Важливим заходом підвищення врожайності м'яти є підживлення її місцевими та мінеральними добривами. Найбільш ефективні ранні підживлення, проведені під час першої та другої міжрядних культивацій (перша через 5-6 днів після з'явлення сходів).

На забур'янених полях до висадки м'яти застосовують гербіциди трефлан (8 л/га), набу (2-3 л/га), поаст (2-3 л/га). У фазі 4-6 листків м'яти, посіви оброблять базаграном (3 л/га) або гезагардом (3-5 л/га).

На плантації м'яти, залишеної на другий рік, восени на початку стійкого похолодання проводять оранку на глибину 15-18 см з повним обертанням скиби. У посушливі роки оранку проводять рано навесні.

Рано навесні плантації боронують і дискують. Як тільки з'являться сходи, культиваторами з ножовими лапами або проріджувачами нарізують міжряддя завширшки 45-50 см. У подальшому догляд за дворічними плантаціями такий самий, як і за однорічними.

Збирання врожаю. М'ята перцева забезпечує врожай протягом першого, другого та третього років вирощування. Найвищу врожайність м'ята дає на другому році, після чого спостерігається зниження продуктивності. Збирають м'яту в період масового цвітіння, коли найвищий урожай листя і вихід ефірної олії.

Перед збиранням врожаю площі старанно очищають від бур'янів і диких видів м'яти, тому що останні знижують якість сировини. Збирають м'яту жатками для збирання бобових культур, а на невеликих ділянках скошують вручну. Скошену м'яту після прив'ялювання згрібають у невеликі валки і залишають на 1-2 дні для підсушування.

Економічно доцільно й біологічно обґрунтовано зрізати рослини заввишки 6-8 сантиметрів. В умовах України, де тривалість вегетації становить 150-180 днів, м'ята встигає сформувати два укуси. Два повноцінних укуси забезпечують травостої першого року використання. Перший укіс проводять, коли травостій досягає фази початку цвітіння. Запізнюватися із збиранням першого укусу не можна, бо не встигає сформуватися повноцінний другий урожай. На плантаціях другого-третього років використання укіс збирають на шість-вісім днів раніше, ніж першого року. Варто пам'ятати, що основна маса стебла (понад 70%) утворюється з бруньок стебла материнської рослини. Тому висота зрізу стебла першого укусу, яка визначає врожай плантації, має бути заввишки 8-10 см. Найсприятливіші часи для скошування – з 10 до 12 та з 14 до 17 години. Категорично забороняється скошувати травостій у дощову погоду.

Добре прив'ялену м'яту (3-4 дні) перевозять на спеціальні токи і розкладають у валки або вузькі гостроверхі копиці, де вона досушується. Валки і копиці щодня перекладають. Висушені рослини обмолочують. Перетирання листків призводить до втрат олії. При вирощуванні високоментолових сортів для добування ефірної олії використовують листя і стебла.

Для одержання аптекарського листя, після закінчення сушіння його відокремлюють від стебел обмолочуванням переобладнаними зерновими комбайнами. Якщо м'яту збирають лише для добування ефірної олії, то травостій скошують у фазі повного цвітіння. Ефірну олію можна одержувати з сухої, пров'яленої або свіжоскошеної м'яти. Скошену лікарську рослину сушать у валках, складають у скирти вночі, щоб не втратити найціннішу частину – листя. Якщо ефірну олію одержують із свіжої трави, для її збирання використовують силосо-збиральні комбайни та косарку-навантажувач. Висушену або сиру масу

відправляють на місця переробки.

За новою технологією скошені та просушені до повітряно-сухого стану рослини збирають преспідбирачами в тюки масою по 25-40 кг і відправляють на завод.

Маточники. Для вирощування садивного матеріалу закладають маточники. Під маточники залишають площі, де збирають найбільші врожаї м'яти і які розміщені в захищених від холодних вітрів місцях (краще біля населених пунктів).

На маточниках обов'язково проводять видову прополку, а врожай збирають пізніше, ніж на звичайних товарних посівах (у період повного цвітіння). Це сприяє кращому розвитку кореневищ і підвищує їх зимостійкість. Під час збирання врожаю, рослини скошують на висоті 15 см, щоб взимку затримувався сніг. Залишені на зиму маточники укривають соломистим гноєм, торфокришкою та іншими матеріалами, а взимку проводять снігозатримання. Рано навесні плантації розкривають і починають вибирати кореневища. Для цього використовують коренезбиральний проріджувач КІМ-2 або культивують площу вздовж і впоперек та вичісують кореневища бородами. Для садіння відбирають кореневища та пагони, не пошкоджені морозами та хворобами.

Шавлія мускатна (*Salvia selarea*)

Шавлію мускатну вирощують з метою виробництва ефірної олії, яка міститься в суцвіттях (0,11-0,3%) та інших надземних частинах рослини. В плодах шавлії до 31% жирної висихаючої олії. Головною складовою частиною ефірної олії є складні ефіри (50-77%), серед яких переважають ліналілацетат (58-70%), ліналоол (10-15%) та інші речовини.

Шавлія мускатна – багаторічна рослина (у виробництві дворічна) з **родини** глухокропивових (ясноткових *Lamiaceae*). **Стебло** трав'янисте 40-100 см в природі і до 1,5-2 м у культурі. Має глибокий стрижневий **корінь**, що заглиблюється в ґрунт до 1,5 м. **Стебла** чотиригранні, зелені або червонясто-фіолетові, опушені. **Листки** великі, 7-20 см завдовжки, з черешком, зморшкуваті, супротивно розміщені на стеблі, яйцеподібної форми. У перший рік життя утворюється розетка, а на другий – розвиваються суцвіття і досягає насіння. **Суцвіття** шавлії містять до 0,3% ефірної олії, яку використовують у парфумерній промисловості, виноробстві тощо. **Плід** – з чотирьох горішків (насінин) бурого кольору. Маса 1000 насінин 3-5 г.

Вирощують її в Криму і Запорізький області. Урожайність суцвіть

шавлії коливається від 30 до 85 ц/га. Вихід ефірної олії – 15-23 кг/га.

Біологічні особливості. Шавлія мускатна має ярі та озимі форми. У виробництві найбільш поширені сорти озимого типу. Шавлія невимоглива до **тепла** культура. Насіння починає проростати при температурі 8-10°C. Оптимальна температура проростання 10-12°C, сходи з'являються через 12-14 днів. Сходи витримують зниження температури до мінус 6-8°C, а дорослі рослини у фазі розвиненої розетки – до мінус 30°C. Оптимальна температура для росту й розвитку 18-23°C. Під час цвітіння сприятлива підвищена температура – 25-30°C, завдяки їй збільшується вміст ефірної олії.

Шавлія посухостійка рослина, проте вимоглива до **вологи** під час проростання. Насіння поглинає води в 3-4 рази, а плодова оболонка в 40 разів більше – за свою масу. Критичний період щодо потреби у воді – фаза стеблуння. Значну кількість вологи шавлія потребує у весняний період, коли рослини другого року життя розвивають сильну поверхню листків і формують суцвіття. У період досягання насіння шавлія витримує посуху. Надмірна вологість ґрунту сприяє розвитку грибних захворювань.

Це **світлолюбна** рослина, особливо на початку розвитку. Молоді рослини погано витримують затінення. Світлова стадія відбувається при тривалості світлового дня не менш як 14-16 год.

Невимоглива шавлія до **ґрунтів**, її можна вирощувати навіть на бідних кам'янистих ґрунтах, але кращими для неї є чорноземи і карбонатні суглинисті ґрунти, менш придатні легкі піщані.

Шавлія мускатна – перехреснозапильна рослина. Запилюється комахами, переважно джмелями і дикими бджолами. На посівах другого року життя у південних районах України цвітіння починається на початку липня і закінчується у серпні. Насіння досягає наприкінці вересня. На другому році життя технічне досягання настає на 124-130 день.

Технологія вирощування

Сорти: Однорічна, Кримська пізня, Кримська однорічна, Мрія, С-785. Сорти придатні для механізованого вирощування і збирання врожаю.

Попередники. Шавлію мускатну розміщують у спеціальних сівозмінах, а також після озимої пшениці або просапних культур у польових або кормових сівозмінах. Повертають на попереднє місце через 4-5 років.

Обробіток ґрунту нічим не відрізняється від обробітку під інші

просапні культури. Під передпосівну культивуацію вносять ґрунтові гербіциди набу (1,5-3,0 л/га), прометрин (3 кг/га), поаст (1,5-3,0 л/га).

Передпосівну культивуацію проводять на глибину 5-6 см з одночасним боронуванням шлейф-боронами.

Удобрення. Під глибоку оранку вносять повне мінеральне добриво з розрахунку 60 кг/га діючої речовини кожного елемента. У перший рік її життя у фазі утворення розетки посіви підживлюють азотно-фосфорними добривами з розрахунку $N_{30}P_{30}$. На другий рік життя у період відновлення весняної вегетації вносять $N_{40-50}P_{40-50}K_{40-50}$.

Підготовка насіння до сівби. Строки сівби. Норма висіву насіння. Сіють шавлію під зиму, коли температура ґрунту знизиться до 4-5°C, щоб насіння не проросло до настання холодів. За таких умов сівби, сходи з'являються навесні при температурі 10-12°C на глибині залягання насіння. Спосіб сівби – широкорядний з міжряддям 70 см. Глибина загортання насіння 2-4 см. Норма висіву 8-12 кг/га, що забезпечує густоту посіву в перший рік вегетації 300-400 тис. рослин на 1 га, у другий рік – 150-200 тис./га. Під час сівби вносять у рядки фосфор (P_{5-10}).

Догляд за посівами. На початку весняних робіт знищують кірку боронуванням посівів уперек напрямку рядків. У фазі 1-2 пар листків міжряддя розпушують на глибину 6-8 см. Після змикання рядків міжрядні обробітки не проводять.

На першому і другому році життя посіви підживлюють азотними і фосфорними добривами з розрахунку 30 кг/га діючої речовини, заробляючи їх культиваторами-рослинопідживлювачами на глибину 10-12 см. Ефективні підживлення на першому році життя в фазі двох пар справжніх листків, а на другому – на початку вегетації. Після збирання врожаю, стерню шавлії зрізують на низькому зрізі та вивозять з поля. Відразу після цього розпушують міжряддя на глибину 8-10 см. На плантаціях другого року життя навесні проводять боронування вперек рядків у два сліди. Пізніше проводять рихлення міжрядь на глибину 7-10 см. Обов'язковим агрозаходом є захист від шавлієвого довгоносика і комарика, для цього посіви обробляють одним із препаратів - актеллік, базудін, карате, актара та ін.

Збирання врожаю. Збирають суцвіття шавлії на 6-8-й день після початку масового цвітіння, коли в 2-3 нижніх кільцях центрального суцвіття побуріє насіння. Скошують шавлію на рівні верхніх листків і свіжозібрані суцвіття відразу переробляють, тому що навіть короткочасне (протягом 3-4 годин) зберігання призводить до втрат 40-50% ефірної олії. Скошують суцвіття звичайними силосними або

переобладнаними зерновими комбайнами.

Лаванда (*Lavandula vera*)

Лаванда справжня – багаторічна вічнозелена напівчагарникова рослина з родини глухокропивових (губоцвітих, ясноткових *Lamiaceae*). Ефірну олію добувають зі свіжозрізаних суцвіть, вміст якої в кращих сортах становить до 3%. Використовують її в парфумерній, кондитерській, миловарній, консервній промисловостях, а також у медицині. Основними компонентами лавандової олії є ліналілацетат (30-56%), ліналоол (10-12%), а також гераніол, нерол, камфора тощо. Лаванда – цінний медонос, з 1 га збирають 1,0-1,5 ц меду.

Вперше лаванду почали вирощувати наприкінці XVI ст. в Англії. Поширена вона також у Франції, Болгарії, Угорщині, Іспанії, Японії. В Україні промислові посіви були закладені в Криму. Лаванду у виробництві розмножують вегетативним способом. Найбільші посівні площі її розміщені в Криму – 3,6 тис. га. Середня врожайність свіжих суцвіть 20-30 ц/га. Вихід ефірної олії 15-35 кг/га.

Корінь у лаванди дерев'янистий, дуже розгалужений. Кущ заввишки 35-60 см складається з численних гілок, які закінчуються суцвіттям. **Квітки** блакитні або синюваті.

Протягом вегетації лаванда справжня проходить такі фази: відростання, поява квітконосів, цвітіння. Цвіте лаванда з середини червня протягом 20-35 днів. Запилення перехресне, але можливе й самозапилення. Заміна листя у неї (як у вічнозеленої рослини) відбувається через кожні два роки восени, коли рослини вступають у період відносного спокою. За правильної агротехніки лаванда може рости і давати врожай протягом 20-25 років.

Біологічні особливості. Лаванда справжня – **посуhostійка** і відносно **холодостійка** рослина (переносить морози до 30°C), проте для одержання суцвіть з високим вмістом ефірної олії, їй необхідні високі температури та інтенсивне сонячне освітлення. Лаванда – **світлолюбна** рослина. В умовах затінення її пагони сильно витягуються, зменшується розмір квіток, знижується вміст олії в них. Сходи у фазі 4-5 пар листків витримують заморозки до мінус 8-10°C. Лаванда може рости на різних ґрунтах. Кращими для неї є карбонатні чорноземно-супіщані та суглинисті ґрунти з домішками гальки й каміння.

Технологія вирощування

Сорти: Рекорд, Степова, Сінева, Рання. Сорти стійкі проти хвороб

та шкідників і придатні для механізованого вирощування.

Вибір ділянки. Розміщують лаванду поза сівозміною, оскільки росте на одному місці 15-25 років. Нові плантації закладають після зернових культур або однорічних трав. Лаванду вирощують на запільних ділянках.

Обробіток ґрунту. Після збирання попередника вносять гербіцид суцільної дії. На відведених під лаванду площах проводять оранку на глибину 45-50 см. Протягом весни і літа наступного року поле витримують у стані чорного пару. Наприкінці вересня – початку жовтня поле обробляють чизель-культиваторами на глибину 22-25 см.

Удобрення. Під оранку вносять 40-50 т/га гною, фосфорні (P_{40-60}) та калійні (K_{40-60}) добрива. Азотні добрива (N_{80-100}) вносять під останню глибоку культивування.

Садять лаванду укоріненими живцями або частинами кущів. Кращим терміном садіння є жовтень. Спосіб садіння гніздовий за схемою 100 x 50 см.

Догляд за посівами. Саджанці на зиму підгортають. Догляд за лавандою полягає в розпушуванні ґрунту і знищенні бур'янів.

Після збирання суцвіть кущі обрізають, видаляючи сухі й пошкоджені гілки. Кущі омолоджують, зрізуючи їх на 0,5 однорічного приросту. Омолодження плантації повторюють через кожні 5-6 років.

Збирання. Врожай збирають через 4-5 днів після початку цвітіння, коли в суцвіттях зацвіте 50% квіток (кінець червня – початок липня). Зрізують квітконоси завдовжки 10-12 см. Свіжозібрані суцвіття відразу відправляють на переробку. Повного розвитку рослини досягають на 3-4 рік.

Питання для самоконтролю:

1. Народного господарського значення та представники ефіроолійних рослин.
2. Коріандр. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
3. Кмин. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
4. М'ята перцева. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
5. Шавлія. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
6. Лаванда. Значення, систематика, морфологічні, біологічні

особливості та технологія вирощування.

9.6. Прядивні культури

Загальна характеристика. Прядивні культури належать до групи рослин технічного використання. Вони забезпечують текстильну промисловість незамінною сировиною – волокном. Міцне, еластичне, стійке проти гниття рослинне волокно широко використовують для виробництва різних тканин побутового й технічного призначення. З нього виготовляють також шпагати, шнури, морські канати, рибальські та спортивні сітки, кінську зброю, штучну шкіру, нитки, целулоїд тощо.

Прядивні культури ціняться також своїм насінням, яке містить багато олії, що використовується для харчування, виготовлення оліфи, фарб, лаків, клейонок, водонепроникних тканин та ін.

З костриці, котра залишається після відділення волокна від стебел лубоволокнистих рослин, виготовляють папір, ізоляційні та будівельні матеріали, пластмасу, целюлозу та ін. Короткі волоконця (підпушок), якими покриті насіння бавовнику, використовують для виробництва капелюхів, вати, набивання матраців, подушок, хомутів.

Прядивні культури використовують також для добування олії. Відходи олійного виробництва – макуха є цінним концентрованим кормом для тварин.

У світовому землеробстві вирощують такі прядивні культури, як бавовник, льон-довгунець, коноплі, кенаф, канатник, джут, рамі, новозеландський льон та ін. Найважливіші з них бавовник, льон, джут та коноплі.

Більшість прядивних культур, у тому числі льон, коноплі, кенаф, канатник, джут і рамі, утворюють волокно в стеблах. У бавовнику волокно утворюється на насінні, а в новозеландського льону – в листках, які бувають завдовжки понад 2 м і завширшки близько 10 м.

В країнах СНД серед прядивних культур найбільше господарське значення мають бавовник, льон-довгунець і коноплі. Бавовник вирощують у Середній Азії та на Кавказі (Азербайджан), льон довгунець – у північній нечорноземній смузі, коноплі – переважно в середній смузі СНД. Основними прядивними культурами в Україні є льон-довгунець та коноплі.

Коноплі (*Cannabis sativa*)

Коноплі вирощують на волокно, вихід якого становить 18-23% маси сухих стебел, і насіння, яке містить олію. Довге волокно використовують для виготовлення канатів, шнурів, коротке – мотузок, снопов'язального та пакувального шпагату, кабельного прядива. З конопель

виготовляють також різні технічні тканини. З насіння виробляють олію (30-35% швидковисихаючу з йодним числом 140-165), макуху, лікарські засоби. Кострицю використовують для виробництва штучних волокон, паперу, будівельних матеріалів.

Олію, отриману з насіння, використовують в лакофарбовій промисловості та виробництві оліфи, мила, а також в харчуванні (для виготовлення консервів і кондитерських виробів).

Макуха конопель містить 7-10% жиру, 25-30% білку і є цінним концентрованим кормом для худоби.

Перші повідомлення про коноплі були в 900 р. до н. е. в індійських літописах. Площі посіву їх у світі незначні. В Україні коноплі вирощують на площі не більше 10 тис. га. Вихід волокна становить 10-12 ц/га.

Коноплі належать до родини коноплевих (Cannabaceae), яка об'єднує три види: **коноплі звичайні**, або посівні (Cannabis sativa L.) вирощують на волокно і насіння; **індійські** (Cannabis indica Lam.X), з листя яких синтезують для потреб медицини наркотичні речовини (гашиш) і **дикі смітні** (Cannabis ruderalis Janisch.), що засмічують посіви культурних конопель.

В Україні виробниче значення мають *коноплі звичайні* або *посівні* – однорічні дводомні роздільностатеві рослини, в яких чоловічі квітки розміщуються на одних рослинах, а жіночі – на інших. Насьогодні створені високопродуктивні одностатеві коноплі, які мають одночасне дозрівання. Рослини з чоловічими квітками називають **плоскіль**, а з жіночими – **матірка**. У плоскіль тонше стебло, рослини менш облиствені і раніше досягають (на 30-45 днів). Кількість чоловічих і жіночих рослин на посівах майже однакова, проте у врожаї різна: плоскіль – третина, а матірки – дві третини загального врожаю.

Елементарне волокно у конопель міститься в стеблах. Воно утворюється в коровій частині стебла у вигляді волокнистих (луб'яних) пучків на периферії камбіального кільця. Волокнисті пучки зовнішнього кільця (первинний луб) складаються з довгих еластичних елементарних волоконців завдовжки до 35-50 мм, міцно склеєних між собою. Вони є основною сировиною виробництва високоякісного довгого конопляного волокна. Пучки внутрішнього кільця (вторинний луб) утворюються з коротких (4-10 мм завдовжки) і слабкоеластичних волоконців, які при переробці трести придатні лише на клоччя.

Первинний луб з довгими волоконцями формується переважно в середній частині, вторинний з короткими волоконцями – в нижній третині стебла.

Корінь конопель стрижневий, на мінеральних ґрунтах проникає в ґрунт на глибину 1,5-2 м, на торф'яних – 40-50 см. Основна маса коренів розміщується в орному шарі ґрунту. **Стебло** конопель пряmostояче, нижня його частина округла, верхня шестигранна, борозенчаста, вкрита залозистими волосками. Висота стебла – 0,8-5 м. Вихід волокна у плосконі становить 20-25, у матірки – 15-20% маси стебел. **Листки** конопель черешкові, пальчасто розсічені з прилистками, легко опадають. **Суцвіття** матірки колосоподібні, розміщуються у піхвах листків у вигляді насінневих голівок, у плосконі – невеликих щільних грон на бічних гілках та у верхній частині стебла. **Плід** – горішок, маса 1000 насінин – 9-25 г.

Біологічні особливості. Насіння конопель починає проростати при температурі 1-2°C, але дружні сходи з'являються при 8-10°C. Сходи витримують короточасні приморозки до мінус 4-5°C. Оптимальна температура для росту конопель 20-25°C. Зниження температури нижче 15°C, особливо у фазі бутонізації та цвітіння, затримує ріст і розвиток конопель.

Коноплі – **вологолюбна** рослина. Оптимальна вологість для розвитку рослин – 70-80% НВ. Максимальна потреба у волозі спостерігається в період від бутонізації до початку досягання насіння. Транспіраційний коефіцієнт у конопель – 400-800, а при підвищених температурах досягає 1000-1200. Більш економно витрачають вологу на утворення сухої речовини південні коноплі.

Найвищої якості волокно (довге, міцне) утворюється в стеблах конопель, при вирощуванні їх в умовах достатнього зволоження і забезпеченості елементами живлення протягом усієї вегетації, особливо в період інтенсивного формування волокнистих пучків з довгими волоконцями, що спостерігається у період від початку бутонізації до цвітіння рослин. При недостатній вологості ґрунту в цей період, процеси утворення волокна сповільнюються, волокнисті пучки формуються рихлими, з низькою якістю волокна. Але надмірна вологість ґрунту, яка особливо часто спостерігається при вирощуванні конопель на ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод, також негативно впливає на їх ріст і розвиток.

Коноплі – **світлолюбна** рослина короткого дня. При збільшенні тривалості світлового дня, вегетаційний період подовжується, тому при вирощуванні в північних районах південні сорти конопель мають високий врожай стебел, але насіння, як правило, не досягає. Вегетаційний період у скоростиглих сортів дводомних конопель

становить – 116-123 дні, середньостиглих – 132-140, пізньостиглих 152-160 днів. Коноплі – **перехреснозапильна** рослина. Плідність зацвітає на 4-7 днів раніше матірки. Період цвітіння триває 15-25 днів.

Високі врожаї конопель збирають на родючих **грунтах** з близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину ($\text{pH}=7,1-7,4$). Коноплі, маючи недостатньо розвинену кореневу систему, вибагливі до родючості ґрунту, наявності в ньому протягом вегетації достатньої кількості рухомих форм елементів живлення, особливо азоту й калію. Встановлено, що середньоруські коноплі при утворенні 10 ц волокна виносять з ґрунту 120-150 кг азоту, 35-40 кг фосфору та 80-90 кг калію. Краще засвоюються елементи живлення та формуються інші фактори врожайності при вирощуванні конопель на ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунтового розчину ($\text{pH}=7,1-7,4$).

Найбільш придатні для них чорноземи, ґрунти річкових долин та осушені торфовища. Можна також вирощувати коноплі на удобрених темно- і світло-сірих опідзолених ґрунтах. Не рекомендується їх культивувати на дерново-підзолистих, важких глинистих і легких піщаних ґрунтах.

Технологія вирощування

Найбільш поширені такі **сорти** конопель: Дніпровські одностомні, Золотоніські одностомні 11, Глухівські 46, Південні досягаючі одностомні 16, Золотоніські 15, Південні досягаючі одностомні 31 та ін.

Попередники. Коноплі висівають після озимих зернових, картоплі, цукрових буряків, кукурудзи, під які вносять високі норми органічних добрив. Добрими попередниками є зернові бобові культури. Недоцільно розміщувати коноплі після соняшнику, тому що поля дуже засмічуються падалицею, що ускладнює збирання та погіршує якість продукції.

Коноплі вирощують у спеціальних або польових сівозмінах після просапних і овочевих культур, багаторічних трав, зернобобових. Поширені сівозміни з коротким періодом ротації (4-5-пільні), які розміщують, як правило, на низинних ґрунтах та осушених торфовищах.

Обробіток ґрунту. Після збирання ранніх попередників (озимих, зернобобових) проводять пошарове лущення стерні: перше – дисковими знаряддями на глибину 6-8 см, друге – лемішними на 10-12 см. При сильному засміченні однорічними дводольними бур'янами, використовують гербіциди групи 2,4-Д (1,5-2 кг/га) і через два тижні

проводять оранку. При засміченні кореневищними бур'янами, вслід за збиранням ранніх культур, проводять двократне лущення дисковими лушчильниками на глибину залягання кореневищ. При достатньому забезпеченні вологою, сходи пирію на цих полях з'являються через 15-20 днів. Для повного їх знищення в цей період треба провести зяблеву оранку. При розміщенні конопель після пізніх культур (картоплі, цукрових буряків), оранку проводять відразу після збирання попередника. Глибина оранки під коноплі – не менше 22-25 см.

Рано навесні, при настанні фізичної сплості ґрунту, проводять розпушування шлейф-боронами в агрегаті з важкими зубовими боронами. Досить ефективно одночасне проведення кількох операцій. Наприклад, культивація з одночасним вирівнюванням і коткуванням ґрунту забезпечує більш високий врожай, ніж передпосівна культивація. В районах достатнього зволоження на ущільнених ґрунтах та при внесенні гною під зяблеву оранку, треба переорати ґрунт плугами з передплужниками в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками. Після цього проводять боронування боронами-культиваторами.

При вирощуванні конопель на заплавах, осушених торфовищах зяблеву оранку замінюють весняним дискуванням на 10-12 см з одночасним боронуванням і ущільненням котками.

Удобрення. Норми внесення добрив залежать від ґрунтово-кліматичних умов району. В посушливих районах недоцільно вносити більше 40 т/га гною. Там, де добрива застосовують систематично, середня норма гною становить 20 т/га, на вилугуваних чорноземах та сірих опідзолених ґрунтах – 20-30, на опідзолених суглинкових та середньо-окультурених ґрунтах – 30-40, на низинних ґрунтах і чорноземах – 10-20, на торф'яно-болотних ґрунтах першого року освоєння – 3-5 т/га. Врожай конопель підвищується також при внесенні компостів (торфофекальних, торфогнойових та ін.).

На посівах конопель ефективні також мінеральні добрива. Максимальні прирости забезпечує повне мінеральне добриво на сірих, темно-сірих опідзолених ґрунтах $N_{60}P_{90}K_{90-120}$, на родючих ґрунтах (чорноземах) – $N_{30}P_{45-60}K_{45-60}$. Високі прирости врожаю мають при внесенні фосфорно-калійних добрив восени під зяблеву оранку і азотних навесні – під передпосівну культивацію. Слід зазначити, що осіннє внесення фосфорно-калійних добрив ефективно в районах недостатнього зволоження. У вологі роки осіннє і весняне внесення добрив ефективно однаковою мірою.

Широкорядні посіви конопель, які відстають в рості, у фазі 2-3 пар листків підживлюють азотними добривами з розрахунку на 1 га N_{30-45} або вносять 5-6 т/га гноївки чи 7-10 ц/га пташиного посліду.

Підготовка насіння до сівби. Сівбу проводять насінням крупних фракцій з чистотою не менше 96% та схожістю не менше 75%. Чим вища схожість, тим більший урожай та краща якість волокна.

Строки сівби. Норма висіву насіння. Способи сівби конопель залежать від напрямку використання (на насіння, зеленець, двостороннє використання). При вирощуванні конопель на зеленець та для двостороннього використання, застосовують суцільний рядковий спосіб сівби. На насіння коноплі висівають широкорядним або стрічковим способом. На насінних ділянках при вирощуванні насіння еліти, I та II репродукцій при широкорядній сівбі (45 см) однодомні коноплі висівають нормою висіву 15, дводомні – 10 кг/га. Для одержання насіння III репродукції коноплі висівають суцільним способом нормою висіву 40 кг/га. Суцільним способом висівають також коноплі на зеленець та двостороннє використання. Максимальні врожаї збирають при нормі висіву 80-90 кг/га однодомних і 100-115 кг/га дводомних конопель.

Висівають коноплі одночасно або відразу після ранніх ярих культур, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогрівається до 8-10°C.

Глибина загортання насіння на важких ґрунтах при достатній вологості становить 2-3, а на більш легких – 3-4 см. У південних районах насіння загортають на 4-5 см.

Догляд за посівами. Кірку на посівах конопель знищують досходовим боронуванням легкими або середніми боронами, ротаційними мотиками. Проводять його на 4-й день після сівби. Для боротьби з бур'янами на широкорядних посівах проводять механізоване розпушування міжрядь та видаляють бур'яни в рядках і захисних зонах. Глибина першого розпушування становить 5-6 см, другого – 7-8, третього – 5 см. При глибокому розпушуванні (12-14 см) висушується ґрунт і пошкоджуються кореневі системи рослин. Найбільш ефективно розпушування у фазі першої пари справжніх листків. На насінних ділянках боротьбу з бур'янами починають після появи повних сходів, у фазі першої пари справжніх листків, і закінчують перед змиканням рядків, тобто після утворення 5 пар листків. З гербіцидів найбільш ефективний тилам (3-4 кг/га), внесений під передпосівну культивуацію або боронування.

На насінних ділянках, при проведенні першого і другого розпушувачів міжрядь, посіви підживлюють повним мінеральним добривом ($N_{20}P_{20}K_{20}$). Для боротьби з конопляною блохою, стебловим метеликом посіви обробляють сумітюном (1-1,5 л/га), децисом (0,3-0,5 л/га). Проти стеблового метелика використовують також трихограму.

Збирання. При вирощуванні на зеленець (волокно), найбільший врожай волокна найвищої якості можна мати при збиранні у період відцвітання плоскінь. Збирати починають при досяганні на рослинах 46-60% насіння. При двосторонньому використанні спочатку вибирають плоскінь, а через 35-40 днів – матірку. Плоскінь збирають вручну наприкінці цвітіння, а матірку – в період досягання в середній частині суцвіття. На насінних ділянках матірку збирають роздільно в період досягання 70% насіння або прямим комбайнуванням при досяганні 75% насіння. Кращим способом збирання є пряме комбайнування, перед яким проводять десикацію (підсушування) конопель, обприскуючи їх за 5-6 днів до збирання розчином хлорату магнію в дозі до 25 кг/га. При роздільному збиранні, насіння вимолочують через 3-5 днів після скошування. Після обмолоту соломі сортують і відвозять на коноплезаводи, а насіння досушують до стандартної вологості (11-12%).

Бавовник (*Gossypium hirsutum*)

Бавовник – багаторічна культура короткого дня універсального використання, у культурі поширена як однорічна. В Індії його вирощували у третьому тисячолітті до н. е. Відомий в основному як волокниста культура, оскільки основний продукт, заради якого його вирощують, волокно. Також із 1 тони бавовника-сирцю (насіння з волокном) одержують до 580 кг насіння і до 340 кг волокна. Із 340 кг волокна можна виробити 3500 м² тканини, а із 580 кг насіння – 112 кг олії, 270 кг шроту.

Дикі види відомі в Індії ще за 3000 років до н. е. Насіння цієї культури використовували здавна, хоч даних про це дуже мало.

У насінні бавовнику міститься 20-27% напіввисихаючої олії (йодне число 102), що використовується на харчові потреби, для виготовлення маргарину, мила. За обсягами світового виробництва насіння (33 млн. т), бавовнику належить друге місце після сої, а олії (3,7 млн. т) – п'яте, після сої, пальми, ріпаку та соняшнику.

У бавовниковому шроті міститься до 40% високоякісного білка. Після видалення зі шроту глікозиду госсиполу, його використовують у годівлі тварин.

Бавовник основна прядивна культура світу. Світова посівна площа його становить близько 35 млн. га, а виробництво бавовни-сирцю – 42-45 млн. т. В Україні площі посіву його не перевищують 3 тис. га (Херсонщина).

З волокна бавовнику виготовляють різні тканини. Коротке волокно (підпушок) іде на виготовлення вати, штучного фетру та інших виробів. З тони бавовни-сирцю мають близько 350 кг волокна і 650 кг насіння, яке містить 20-30% технічної олії.

Бавовник походить з Америки. Найбільші його площі в Індії, Китаї, США. На великих площах вирощують його у Бразилії, Пакистані, Мексиці, Туреччині.

Коренева система бавовнику складається з головного розгалуженого стрижневого кореня. **Стебло** пряме, розгалужене, в нижній частині здерев'яніле. Більшість сортів, які вирощують, утворюють кущ заввишки 70-120 см з 7-15 бічними гілочками. **Плід** три-, п'ятигнізда коробочка. У кожному гнізді розвивається по 1-5 насінин, вкритих довгими одноклітинними волосинками і коротким підпушком. Маса 1000 насінин 100-150 г (іноді до 180 г).

Рід *Gossypium* представлений багатьма видами, з яких вирощують лише два.

Бавовник **звичайний, або мексиканський** (*G. barbadense*). Волокно завдовжки 30-35 мм, насіння вкрите підпушком, вихід волокна 32-38%.

Бавовник **перуанський (єгипетський) тонковолокнистий** (*G. barbadense*). На відміну від попереднього виду стебло і гілки його голі. Волокно найвищої якості, завдовжки 40-50 мм, шовковисте, кремове (вихід 35-40%). Сорти цього виду бавовнику пізньостиглі.

Біологічні особливості. Всі культурні види бавовнику дуже вимогливі до **тепла**. Мінімальна температура проростання насіння становить 10-12°C, оптимальна – 25-30°C. При температурі нижче 20°C проходить пригнічення рослин. Дана культура не витримує приморозків понад 2°C як на початку вегетації, так і восени.

Бавовник відносно **посухостійка** рослина, оскільки має добре розвинену кореневу систему. Проте, високі врожаї його вирощують лише при достатній забезпеченості рослин вологою, що досягається проведенням поливів. При недостатній вологості ґрунту осипаються коробочки.

Бавовник – **світлолюбна** культура короткого дня. Він добре росте на сіроземних та лучно-болотних, а також на засолених ґрунтах.

До поживних речовин бавовник має підвищені вимоги. На кожну тонну сирцю бавовник виносить з **ґрунту** азоту 46 кг, фосфору – 16 і калію – 18 кг.

У районах Середньої Азії вегетаційний період районованих сортів бавовнику при ранніх строках сівби у середньому триває 140 днів (табл. 76).

76. Стадії розвитку бавовнику

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Суха насінина
01	Початок набрякання насінини
03	Кінець набрякання насінини
05	Поява кінчика зародкового корінця
06	Зародковий корінець розтягується
07	Гіпокотиль з сім'ядолями пробив насіннєву оболонку
08	Гіпокотиль з сім'ядолями росте до поверхні ґрунту
09	Сходи: гіпокотиль з сім'ядолями пробив поверхню ґрунту
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	Сім'ядолі повністю розвернуті ¹
11	1-й лист розвернутий ¹
12	2-й лист розвернутий ¹
13	3-й лист розвернутий ¹
1...	Стадії продовжуються до...
19	9 і більше листків розвернуті, бічних пагонів не видно ²
МАКРОСТАДІЯ 2: РОЗВИТОК БІЧНИХ ПАГОНІВ³	
21	З'являється перший вегетативний бічний пагін 2-го порядку
22	З'являється другий вегетативний бічний пагін 2-го порядку
23	З'являється третій вегетативний бічний пагін 2-го порядку
2...	Стадії продовжуються до...
29	9 і більше вегетативних бічних пагонів 2-го порядку з'явилися
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ В ДОВЖИНУ (ЗМИКАННЯ СТЕБЛОСТОЮ)	
31	Початок зімкнення рядків: 10% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
32	20% рослин сусідніх рядків торкаються один одного

33	30% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
34	40% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
35	50% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
36	60% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
37	70% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
38	80% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
39	Зімкнення рядків: більше 90% рослин сусідніх рядків торкаються один одного
МАКРОСТАДІЯ 4:	
МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК КВІТКОВИХ ЗАЧАТКІВ	
51	Перші квіткові бутони з'явилися («pin-head square») ⁴
52	Перші квіткові бутони ясно видно («match-head square»)
55	Квіткові бутони ясно збільшені
59	Перші пелюстки видно. Квітки ще замкнуті
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
60	Перші відкриті квіти в посіві
61	Початок цвітіння («Early bloom»): 5...6 квітів/7,5 м в рядку відкриті
65	Повне цвітіння («Mid bloom»): 11 або більше квітів/7,5 м в рядку відкриті
67	Цвітіння, що здійснюється («Late bloom»): більшість чашок висохли
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	10% коробочок досягли кінцевого розміру
72	20% коробочок досягли кінцевого розміру
73	30% коробочок досягли кінцевого розміру
74	40% коробочок досягли кінцевого розміру
75	50% коробочок досягли кінцевого розміру
76	60% коробочок досягли кінцевого розміру
77	70% коробочок досягли кінцевого розміру
78	80% коробочок досягли кінцевого розміру
79	90% коробочок досягли кінцевого розміру
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
80	Перші відкриті коробочки на перших плодових гілках
81	Початок відкриття коробочок: 10% коробочок відкриті
82	20% коробочок відкриті
83	30% коробочок відкриті
84	40% коробочок відкриті

86	60% коробочок відкриті
87	70% коробочок відкриті
88	80% коробочок відкриті
89	90% коробочок відкриті
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
91	10% листків змінили забарвлення або відмерли
92	20% листків змінили забарвлення або відмерли
93	30% листків змінили забарвлення або відмерли
94	40% листків змінили забарвлення або відмерли
95	50% листків змінили забарвлення або відмерли
96	60% листків змінили забарвлення
97	Наземні частини відмерли
99	Збирання продукції (коробочки і насіння)

¹Відлік починається з вузла сім'ядолі (вузол 0)

²Утворення бічних пагонів може раніше починатись; в такому випадку переходити до макростадії 2. Якщо утворюється плодовий пагін, переходити до макростадії 5

³Відлік починається з вузла сім'ядолі (вузол 0)

⁴«pin-head square» (розмір булавочної голівки) та «match-head square» (розмір сірникової голівки) означає розмір першого квіткового бутона на першому плодовому пагоні

Період досягання коробочок на кожній рослині розтягнутий до 50 і більше днів. В умовах України можна вирощувати тільки ранньо- та середньостиглі сорти.

Технологія вирощування

Сорти: Валент, Дніпровський 5, Підозерський 4, Рейкот 22.

Попередники. Найкращим попередником бавовнику є люцерна. За даними державних сортодільниць врожай у перші 2-3 роки підвищується на 50-60% і більше, порівняно з урожаєм, вирощуванням у беззмінних посівах.

Цінність люцерни як попередника бавовнику полягає в тому, що вона виносить з ґрунту багато солей, збагачує ґрунт на азот, знижує рівень залягання ґрунтових вод, чим запобігає повторному засоленню. Добрим попередником бавовнику є також кукурудза.

Обробіток ґрунту. Якщо бавовник висівають після люцерни, зяблеву оранку проводять на глибину 27-30 см наприкінці жовтня –

початку листопада, а після бавовнику – в міру звільнення площ на таку саму глибину. Зимова і весняна оранка менш ефективна.

Рано навесні площу боронують і культивують на глибину 8-10 см, а на важких ґрунтах обробляють чизель-культиваторами на 18-20 см і боронують у 2-4 сліди. Слідом за боронуванням вирівнюють поверхню ґрунту.

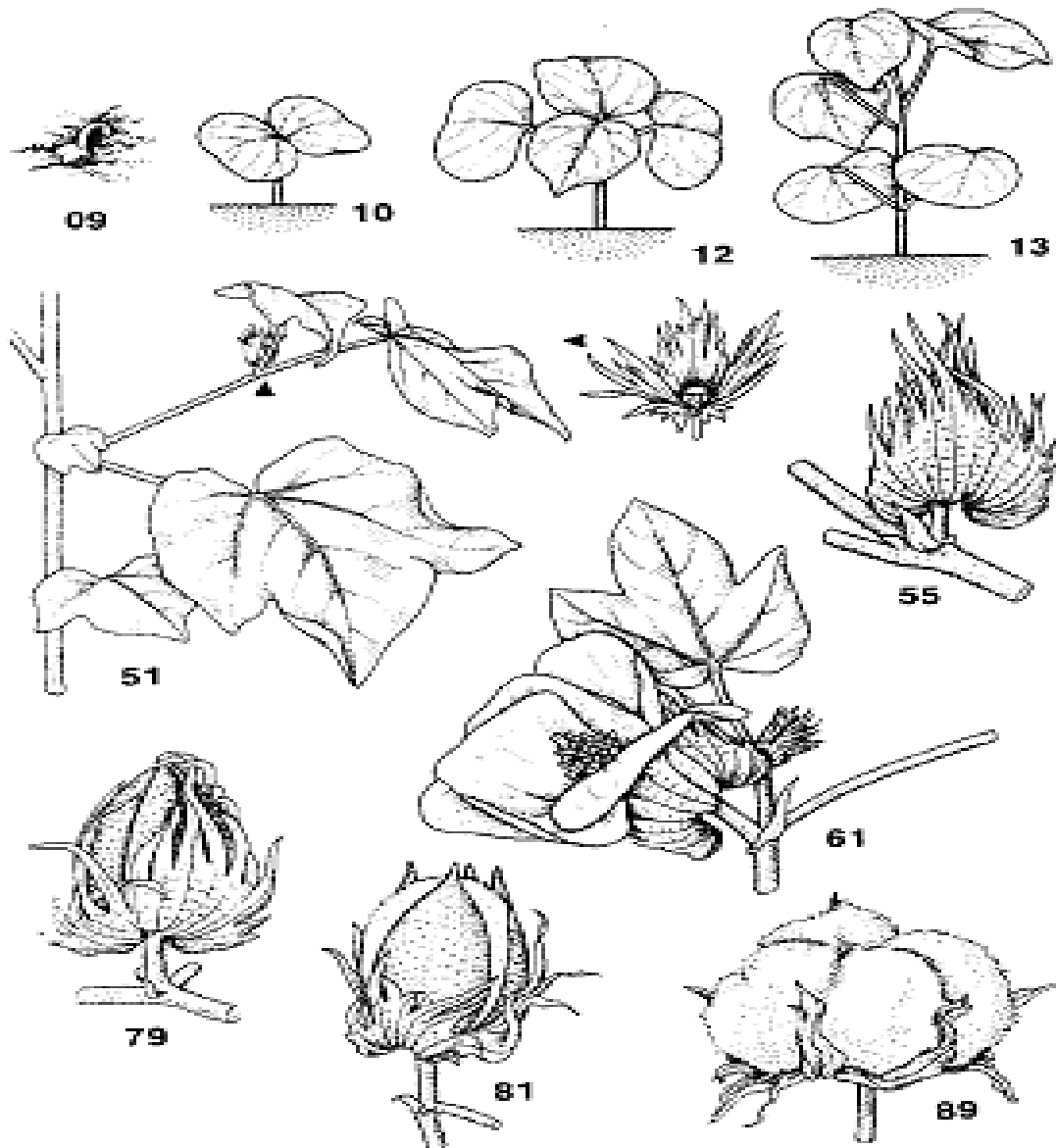


Рис. 55. Стадії розвитку бавовнику.

Удобрення. Бавовник дуже вимогливий до поживних речовин, тому, при вирощуванні його на одному полі кілька років підряд, вносять повне мінеральне добриво з розрахунку азотних 140-160 кг/га, фосфорних – 80-100 кг/га, калійних – 30-50 кг/га діючої речовини. При сівбі бавовнику після люцерни в перші два роки дози азоту зменшують до 50-70 кг/га. Органічні добрива краще вносити під попередник. Ефективні післяжнивні посіви сидеральних культур на зелене добриво.

Значні прирости врожаю дає передпосівне внесення гранульованого суперфосфату, або нітрофоски, з розрахунку 100 кг/га. Вносять їх на відстані 5-8 см від рядка на глибину 12-15 см.

Сіяти бавовник починають, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівається на 12-15°C пунктирним способом з шириною міжрядь 90 см. Норма висіву насіння 80-90 кг/га. Глибина загортання 4-5 см.

Догляд за посівами. Першим заходом догляду за посівами є знищення кірки до з'явлення сходів ротаційними мотиками. Проривання сходів проводять у період утворення двох справжніх листочків, залишаючи по 7-9 рослин на метрі довжини рядка, або по 80-100 тис. рослин на 1 га. Міжряддя обробляють у міру ущільнення ґрунту та з'явлення бур'янів, а також після кожного поливу, як тільки достатньо просохне ґрунт. У період вегетації рекомендується весь час підтримувати вологість ґрунту на рівні 65-80% повної вологоємності. Залежно від особливостей ґрунту і погодних умов проводять від 4-5 до 10 вегетаційних поливів з поливною нормою 600-900 м³/га. Прогресивним способом зрошення бавовнику є дощування, при якому витрата води на одиницю врожаю скорочується удвоє, порівняно зі зрошенням по борознах.

Важливим агрозаходом підвищення врожайності бавовнику є зрізування верхівок рослин, при утворенні 14-16 плодових гілок.

Збирають бавовник у міру досягання коробочок. Проводять 2-3 збори до настання і 1-2 після настання морозів. Збирають урожай збиральними комбайнами та вручну.

Для поліпшення умов роботи збиральних машин, підвищення їх продуктивності та якості робіт, проводять дефоліацію. Встановлено, що при дефоліації швидше досягають і розкриваються коробочки, а також зменшується засмічення сирцю при збиранні. Для дефоліації використовують бутафос (2 кг/га), реглон (2 кг/га) та хлорат магнію (10-12 кг/га). Обприскують посіви при розкриванні 2-3 коробочок.

Питання для самоконтролю:

1. Загальна характеристика прядивних культур.
2. Коноплі. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
3. Бавовник. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

9.7. Ароматичні культури

В Україні із ароматичних рослин, які ще називають наркотичні або інсектицидні, найбільше значення мають хміль, тютюн і махорка.

Хміль (*Humulus lupulus*)

Виробництво хмелю виділяють в окрему галузь народного господарства – хмелярство. Основним органом, який має господарське значення, у хмелю є шишки. Хміль – основна сировина для пивоварної промисловості. Шишки хмелю містять усі необхідні для пивоваріння гіркі речовини: гумулон, лупулін, смоли, дубильні речовини, ефірну олію, крім того – вуглеводи, білки, олію та зольні елементи. Гіркі речовини складаються з α - і β -кислот, які надають пиву приємного гіркого смаку, сприяють його піноутворенню та піностійкості; поліфенольні сполуки поліпшують прозорість суслу і смак пива; ефірні олії надають пиву специфічного (пивного) аромату.

Шишки хмелю використовують також для виготовлення рідких дріжджів для хлібопекарської промисловості при випіканні пшеничного хліба, виробництві безалкогольних напоїв, як консервант плодів і овочів.

Ефірну олію використовують у парфумерній і медичній промисловості для виготовлення маринадів при засолюванні оселедців. Стебла хмелю містять 5-15% волокна, яке можна використовувати для виготовлення та мішковини, мотузок, а також паперу та картону.

Хміль вирощують у багатьох країнах світу, площі посіву його становлять більше 60 тис. га. Значні площі даної культури в Україні (8-9 тис. га) – у Житомирській, Рівненській, Київській, Волинській, Львівській, Вінницькій, Хмельницькій областях. У Житомирській області зосереджено майже 75% загальної площі посівів хмелю в країні. Середня врожайність шишок – 14-18 ц/га.

Хміль (*Humulus* L.) належить до родини коноплевих (*Cannabaceae* L.). Хміль є трьох видів: звичайний (*Humulus lupulus* L.), серцеподібний (*Humulus cordifolius* Mig.), японський (*Humulus japonicum* Sieg. et Zuss.). Найбільш поширений хміль звичайний – багаторічна дводомна рослина. Інші два – серцеподібний та японський виробничого значення не мають.

Хміль звичайний – дво- або одnodомна рослина, в якій підземні органи: головне кореневище (багаторічний підземний пагін з бруньками), або матка, бічні кореневища й корені є багаторічними, а стебла – однорічними із щорічним відмиранням пізно восени.

Стебла хмелю трав'янисті, виткі, завдовжки до 10 м і більше. Жіночі квітки зібрані в суцвіття – **шишки**, які є основною сировиною для пивоварної промисловості та інших галузей господарства. Чоловічі квітки розміщені в суцвітті – **волоть**. На плантаціях хмелю та поблизу них чоловічі рослини знищують, щоб не відбувалося запилення жіночих квіток, яке викликає зниження вмісту в шишках гірких речовин. **Плід** – дрібний горішок, масою 1000 насінин – 2-4 г.

Хміль розмножується вегетативно, у виробництві – живцями, які заготовляють при весняному обрізуванні маток.

Біологічні особливості, сорти. Чоловічі рослини шишок не утворюють і практичного значення не мають, тому їх видаляють з хмільників. Вирощується хміль переважно стебловими живцями, а також живцями з бічних кореневищ і молодих паростків. При правильній технології вирощування хміль може рости на одному місці протягом 15-20 років (табл. 77).

Хміль невимогливий до **тепла**. Бруньки, що знаходяться на підземних стеблах та багаторічному кореневищі, починають відростати при температурі ґрунту 3-4°C. Оптимальна температура росту під час вегетації 15-18°C, а під час досягання шишок – 17-18°C.

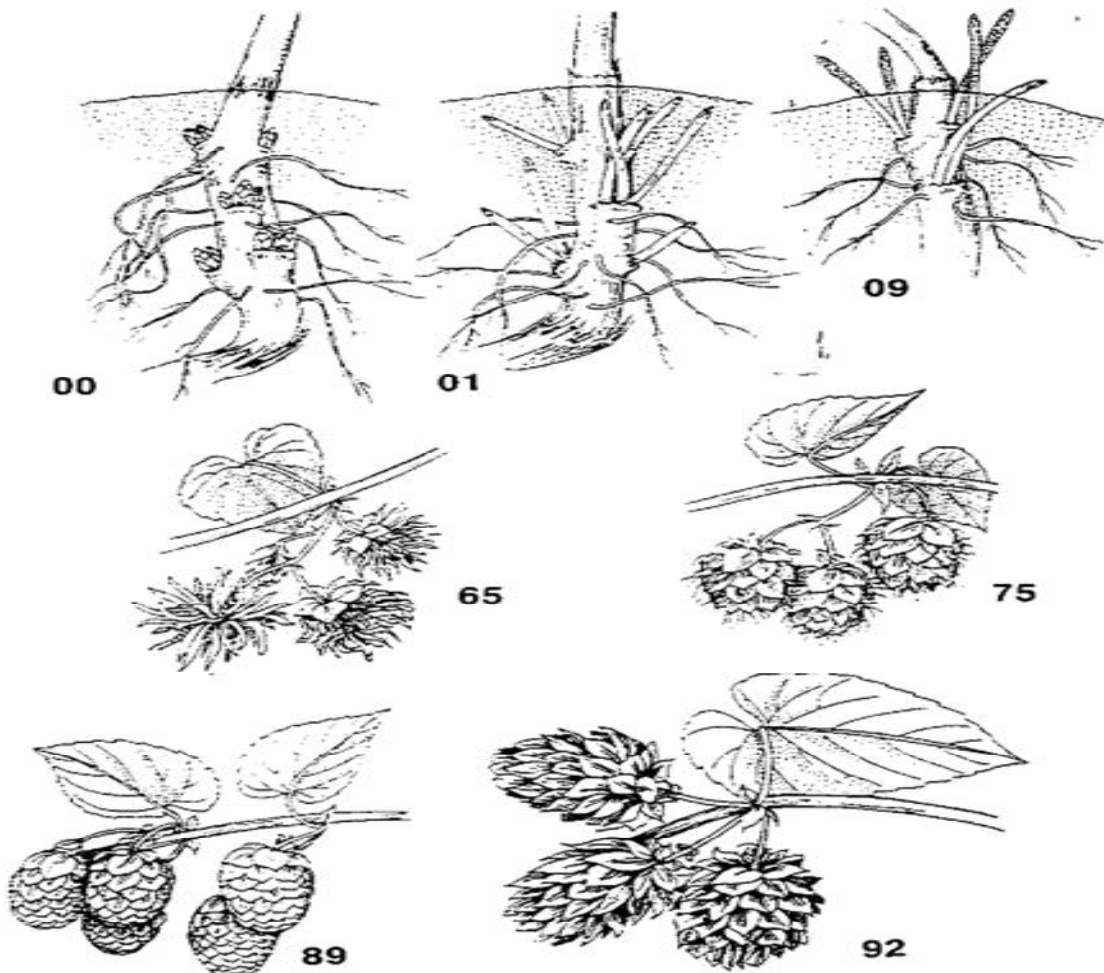
77. Стадії розвитку хмелю

Код	Стадії
МАКРОСТАДІЯ 0: ПОЯВА СХОДІВ	
0	Період спокою: рослина в спокої, до обрізування
1	Період спокою: рослина в спокої, після обрізування
7	Початок росту бруньок головного кореневища
8	Поява сходів: пагони пробили поверхню ґрунту до обрізування
9	Поява сходів: пагони пробили поверхню ґрунту після обрізування
МАКРОСТАДІЯ 1: РОЗВИТОК ЛИСТКІВ	
11	1-й лист розвернутий
12	2-й лист розвернутий
13	3-й лист розвернутий
1...	Стадії продовжуються до...
19	9 і більше листків розвернуті
МАКРОСТАДІЯ 2: РОЗВИТОК БОКОВИХ ПАГОНІВ	
21	З'являється 1-ша пара бічних пагонів
22	З'являється 2-га пара бічних пагонів
23	З'являється 3-тя пара бічних пагонів
2...	Стадії, продовжуються до...

29	9 і більше бічних пагонів з'являється (бічні пагони 2-го порядку розвиваються)
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ В ДОВЖИНУ	
31	10% висоти шпалери досягнуто
32	20% висоти шпалери досягнуто
33	30% висоти шпалери досягнуто
3...	Стадії, продовжуються до...
38	Висота шпалери досягнута
39	Кінець росту в довжину
МАКРОСТАДІЯ 4: МАКРОСТАДІЯ 5: РОЗВИТОК КВІТКОВИХ ЗАЧАТКІВ (СУЦВІТЬ)	
51	Бруньки суцвіть з'являються
55	Бруньки суцвіть збільшені
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
61	Початок цвітіння: 10% квітів відкриті
62	20% квітів відкриті
63	30% квітів відкриті
64	40% квітів відкриті
65	Повне цвітіння: 50% квітів відкриті
66	60% квітів відкриті
67	70% квітів відкриті
68	80% квітів відкриті
69	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: РОЗВИТОК ШИШОК	
71	Початок розвитку шишок: 10% суцвіть перетворились в шишки
75	Половина розвитку шишок: шишки по всій довжині стебла видно, шишки м'які, рильця ще видно
79	Повний розвиток шишок: майже всі шишки досягли кінцевого розміру, приквітники та покривні листки злегка стирчать; зелені
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ШИШОК	
81	Початок дозрівання: 10% шишок закриті
82	20% шишок закриті
83	30% шишок закриті
84	40% шишок закриті
85	50% шишок закриті
86	60% шишок закриті
87	70% шишок закриті

88	80% шишок закриті
89	Технічна стиглість: шишки закриті, лупулін золотисто-жовтий, аромат повністю проявляється
МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ	
92	Пізня повна стиглість: шишки жовтувато-бурого кольору, погіршення аромату
97	Період спокою: наземні частини відмерли

Якщо температура перевищує 20°C і відчувається нестача вологи, різко знижується вміст гірких речовин і альфа-кислоти, а врожайність шишок зменшується на 30-40%. За сприятливої погоди добовий приріст стебел у червні досягає 20-25 см, при зниженні температури він становить 10-15 см. Для нормального росту, розвитку і досягання хмелю сума температур від початку вегетації до збирання врожаю має становити 2000-2800°C.



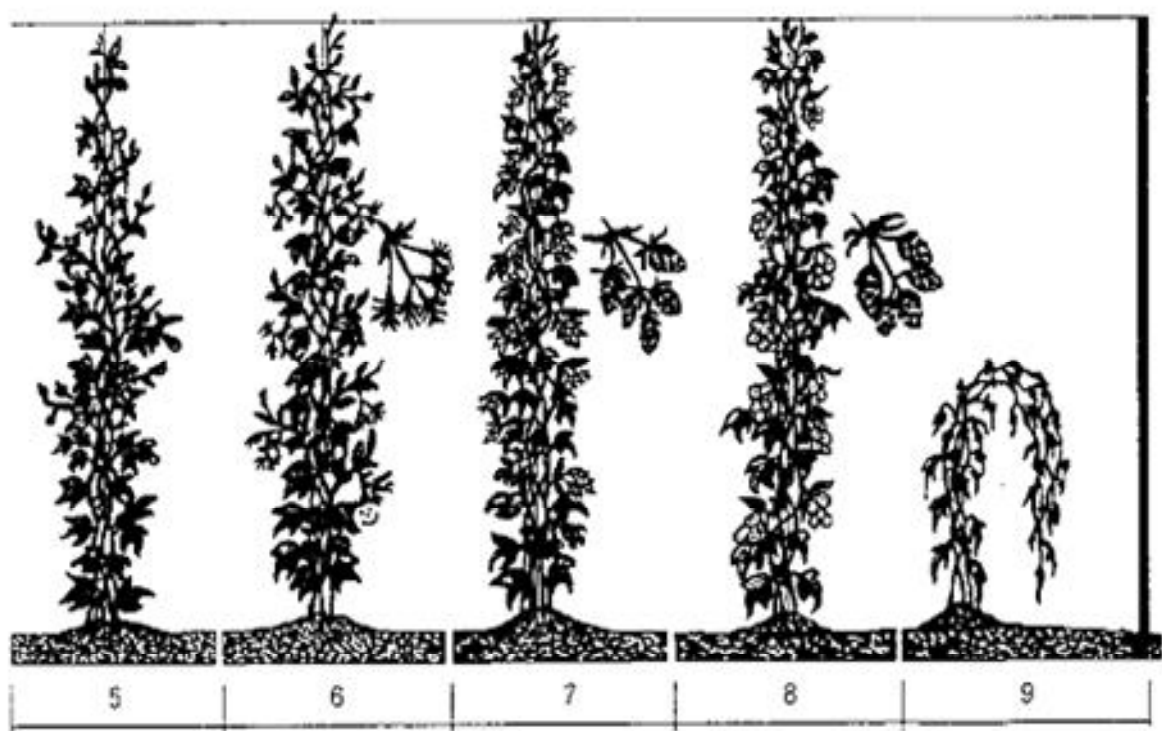
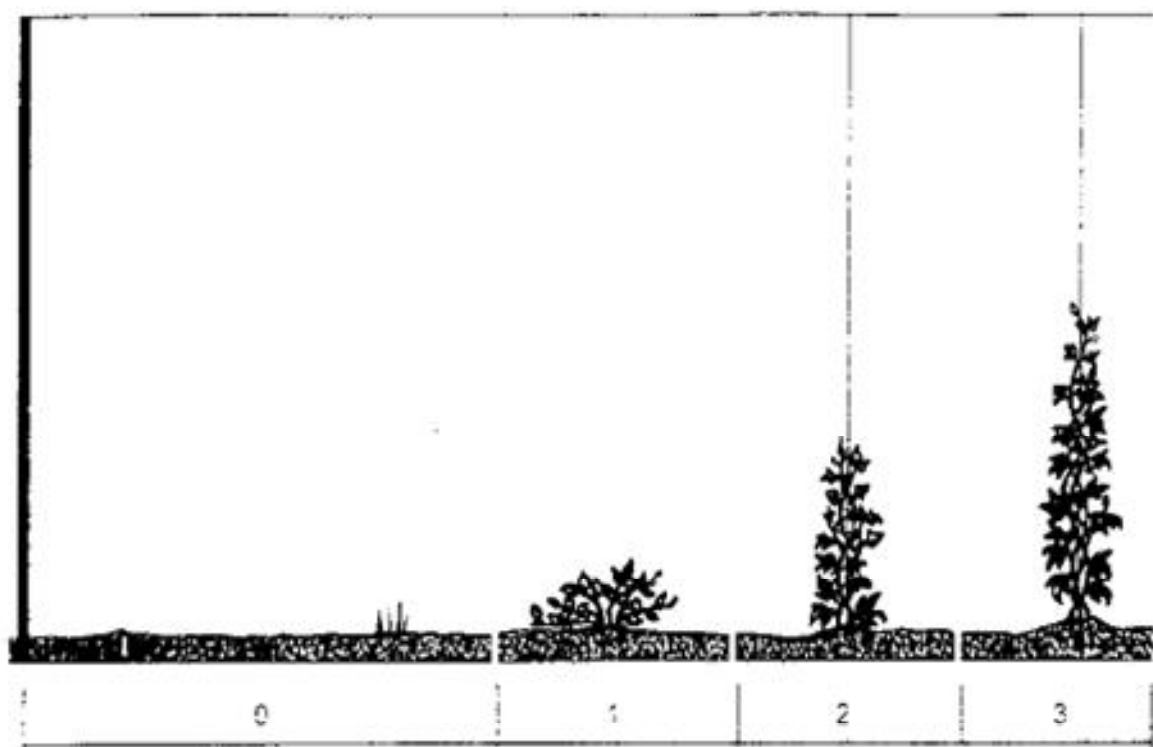


Рис. 56. Стадії розвитку хмелю

Зниження температури до мінус 28-30°C при відсутності достатнього снігового покриву може призвести до пошкодження підземної частини стебел.

Хміль – рослина помірно **вологого** клімату. Найбільше вологи потребує в квітні, травні та першій половині червня, коли він найбільш інтенсивно росте. Найкраще росте, коли кількість опадів за вегетаційний період 300-350 мм. Хміль не переносить тривалого затоплення.

Хміль – **світлолюбна** рослина. Надмірне загущення плантацій призводить до зниження кількості і якості врожаю.

Вимогливий до **грунту**. Добре росте на родючих ґрунтах, збалансованих за елементами живлення із слабкоущільненим підґрунтям і низьким рівнем залягання ґрунтових вод. В Україні кращими для хмелю є чорноземи опідзолені, сірі і темно-сірі лісові ґрунти, вилугувані чорноземи, за механічним складом супіщані або легкосуглинкові. Вегетаційний період хмелю – від початку весняного відростання пагонів до дозрівання шишок – триває 100-120 днів.

Технологія вирощування

В Україні районовані такі **сорти** хмелю: Житич, Істринський 15, Клон 18, Поліський, Сильний, Заграва, Кумир, Оболонський, Промінь, Альта, Граніт, Регент, Зміна, Промінь та ін.

Попередники. Хміль вирощують на одному місці протягом 15-20 років. Найкращими попередниками хмелю є зернові або зернобобові культури.

Закладання хмільників. Вибираючи ділянки під хмільники, варто брати до уваги рельєф і ґрунтові умови. Рельєф повинен бути слабкохвилястим, з невеликим схилом на південь або південний захід, ґрунтові води мають залягати не ближче 1,5-2 м. Оскільки хмільникам шкодять вітри та бурі, під них слід відводити ділянки, захищені від панівних вітрів лісами чи лісосмугами.

Відведені під хміль ділянки розбивають на квартали площею 2-3 га. Між кварталами залишають дороги 3-4 м завширшки.

Обробіток ґрунту. Якщо попередниками хмелю є зернові або зернобобові культури, спочатку проводять дворазове лущення стерні, через 2-3 тижні після лущення проводять плантажну оранку на глибину 45-60 см. Після оранки площу боронують, потім копають ями розміром 60х60х60 см.

Після просапних культур ґрунт не лушать, а обробляють лише плугами. Є й інший спосіб підготовки ґрунту для садіння хмелю, за якого замість плантажної застосовують глибоку оранку на 30-35 см. Восени, на удобрених і заправлених добривами площах, копають машинами БМ-204, БКГО-67, БКГМ-66-2 ямки розміром 60х60х60 см, розміщуючи їх рядами за схемами 2,1х1 м, 2,1х1,6 м, 2,5х1 м. На початку весняних польових робіт ямки заповнюють родючим верхнім шаром ґрунту, змішаним з 5-7 кг перегною або компосту, і починають садити однорічні саджанці хмелю, вирощені в шкільках, або живці. Глибина садіння 8-10 см від поверхні ґрунту.

Удобрення. Щороку хмільники удобрюють органічними і мінеральними добривами. Гною або компостів вносять по 30-40 ц/га, аміачної селітри – 3-4 ц/га, 40% калійної солі і суперфосфату по 5-6 ц/га. Добрива приносять з обох боків рядка на глибину 16-18 см. Ефективне підживлення хмелю. При першому підживленні вносять повне мінеральне добриво ($N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$) під час рамування, вдруге хміль підживлюють калійними добривами під час заведення стебел на підтримки. Щоб запобігти пошкодженню коренів, добрива при підживленні загортають у ґрунт на глибину 16-18 см. Загальна норма органічних добрив 50-60 т/га, мінеральних – 7-8 ц/га ($P_{90}K_{90}$). Кислі ґрунти вапнують.

Садіння. Рослини хмелю висаджують рано навесні з відстанню між рядками 2,5 м і між кущами в рядку 1 м. Останнім часом позитивно зарекомендували себе ще інші схеми – відстань між рядками 3 м, у рядку між кущами – 0,75; 1,0 та 1,5 м (висаджують саджанці або живці).

Під час розбивки хмільника до початку садіння встановлюють стовпи для влаштування шпалер. На кожному гектарі ставлять 70-80 залізобетонних стовпів 8-9 м заввишки (дерев'яних 145-150). По верху стовпів натягують оцинкований дріт, від якого до кожного куща навішують дротяні підтримки.

Догляд. Сходи саджанців з'являються через 7-10 днів. Для боротьби з кіркою розпушують міжряддя. В суху погоду проводять полив з розрахунку 5-6 л на рослину. Якщо прижилося 75% рослин, на місцях випавших підсаджують саджанці. Коли висота рослин досягла 40-50 см, їх потрібно завести на підтримки.

На молодих хмільниках підгортання проводять при висоті рослин 2-3 м. Якщо ґрунт сухий, рослини не підгортають, а лише розпушують міжряддя. Після підгортання слід розпушувати середини міжрядь. Перед підгортанням зрізують нижні 2 пари листків і бічні гілки до

висоти 30 см від поверхні ґрунту. Одночасно із підгортанням проводять 1-2 підживлення. У перший рік потрібно уважно доглядати за рослинами, щоб вони не відхилялися від опори та не падали на землю. При ретельному догляді вже в перший рік можна мати 6-10 ц/га шишок.

У перший та другий рік у хмелю формується матка і розвивається коренева система. Тому за дорослими хмільниками треба доглядати не так, як за молодими рослинами. До заходів догляду за дорослими хмільниками належать обрізування маток, рамування, заведення стебел на підтримки, зелені операції (пасинкування, пінцирування, чеканка тощо).

Збирання врожаю починають тоді, коли близько 75% шишок досягне технічної стиглості. Достигла шишка жовто-зелена або золотисто-зелена, розміром 2,5-4,5 см, щільна, липка, із специфічним хмільовим запахом, на лусочках у неї багато лупулінових зерен. Технічна стиглість шишок окремої рослини триває в середньому 12-15 днів, після чого шишки поступово втрачають цінні якості, як сировина для пивоварної промисловості. В основних хмелярських районах збирання закінчують до 15-29 вересня.

Щоб зручніше збирати врожай, стебла знімають з опор спеціальними гаками. Після збирання шишок стебла обережно згортають у кільця навколо кілочків і в такому вигляді залишають до пізньої осені. Пізно восени стебла зрізують, виносять за межі плантації і спалюють. Промисловість випускає спеціальні хмелезбиральні машини (ХМП-1,6, 4Х-4Л), які значно зменшують затрати ручної праці при збиранні хмелю.

Післязбиральна доробка хмелю передбачає сушіння, відлежування, сульфітацію, пресування та пакування. Вологість шишок під час збирання становить 80-82%. Щоб вони відповідали вимогам стандарту (9-10%), хміль сушать на решетах або у вогневих сушарках при температурі +40...+45°C. Висушені шишки обробляють у спеціальних камерах сірчанним газом (сульфітують), пресують, пакують і транспортують на заводи.

Тютюн (*Nicotiana tabacum*)

Основною частиною рослини тютюну, яка використовується для переробки, є листя. Воно здебільшого використовується для виготовлення цигарок, сигарет, сигар та трубкового тютюну. Частину врожаю використовують як сировину для виробництва нікотину. Зелене листя є сировиною для одержання харчового білка. Із суцвіття добувають ефірну олію, яку використовують у парфумерній та хімічній галузях

промисловості.

Біологічною особливістю тютюну є здатність нагромаджувати в усіх органах рослини значну кількість алкалоїду нікотину. Найбільше його в листках, найменше – у коренях. У достиглому насінні нікотину немає. Листя тютюну містить його 1-3%, іноді до 5% (на суху речовину).

У відферментованому листі тютюну міститься 1-3% нікотину, 4-15% вуглеводів, 10-12% білка, 12-17% мінеральних речовин, 0,3-0,5% ефірної олії. Чим менше білків, тим вищі якості тютюну.

Походить тютюн з Америки. Це досить поширена культура у багатьох країнах. Найбільші його площі в США, Китаї, Індії, Бразилії, Туреччині, Греції, Болгарії, Румунії. Середня світова врожайність сухого листя тютюну становить 12-13 ц/га, в Україні – 14-16 ц/га. Світова площа посівів тютюну становить понад 5 млн. га. В Україні тютюн вирощують майже на 30 тис. га. Найбільші його площі у Тернопільській, Хмельницькій, Вінницькій, Закарпатській, Івано-Франківській областях та АР Крим.

Тютюн – однорічна рослина з родини пасльонових. **Коренева система** у нього стрижнева і проникає в ґрунт на глибину 1,5-2 м. **Стебло** пряме, округле, висотою 1-2 м. **Листки** великі, черешкові або сидячі, цілокраї, овальні, яйцеподібні або еліптичні, загострені з гладкою або зморшкуватою поверхнею. На одній рослині формується 20-25 листків. Стебло і листки вкриті короткими клейкими волосками. Тютюн факультативно самозапильна рослина. **Суцвіття** – волоть. **Плід** – коробочка. В одній коробочці міститься до 4000 тис. насінин. Маса 1000 насінин 0,05-0,12 г. Насіння містить до 40% олії.

Біологічні особливості. При вирощуванні тютюну розрізняють два періоди: перший – вирощування розсади з насіння в парниках або теплицях і другий – вирощування тютюну з розсади в польових умовах.

Насіння тютюну починає проростати при 10-12°C. Оптимальна температура 25-30°C. При температурі вище 35°C сповільнюється ріст тютюну. Приморозки 2-3°C згубні для молодих рослин. Восени тютюн добре переносить короточасні зниження температури.

Тютюн вимогливий до **вологи**. Насіння при проростанні вбирає 100-120% води від своєї маси. Оптимальна вологість для росту і розвитку тютюну – 65-70% найменшої вологості. Максимальну кількість вологи потребує при висаджуванні розсади і посиленому рості рослин. **Транспіраційний коефіцієнт** тютюну – 500-600.

Тютюн – **світлолюбна** рослина короткого дня. При недостатньому освітленні розвиток рослин затримується та якість врожаю погіршу-

ється.

Для тютюну найбільш придатні легкі **грунти** з невисоким вмістом гумусу. Непридатні для нього важкі глинисті, а також засолені ґрунти. Тютюн виносить із ґрунту значну кількість поживних речовин. На утворення 1 ц листків він виносить із ґрунту 6 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 4,6 кг калію та 6,7 кг кальцію. Саме тому тютюн дуже добре реагує на внесення добрив.

Технологія вирощування

Сорти. У виробництві поширені три основних типи тютюну: східний цигарковий, крупнолистий цигарковий та сигарний. **Цигаркові тютюни** є сировиною для виробництва цигарок і тютюну для паління, а **сигарний** – для виготовлення сигар. За якістю сировини їх поділяють на **скелетні** (або заповнюючі) та **ароматичні**. Сировина скелетного тютюну є основним матеріалом при виготовленні виробів для паління, утворює дим нейтрального аромату, визначає смак і міцність тютюнових виробів. Ароматична сировина використовується у промисловості для присмачування сировини скелетного тютюну і надає тютюновим виробам специфічного смаку та аромату. Ароматичну сировину дають сорти типу Дюбек, Самсун та ін. Проте ароматичність сировини більшою мірою залежить від місця вирощування, ніж від сорту. Тютюни типу Дюбек із стійким сильним ароматом зберігають цю властивість лише при вирощуванні на червоно-бурих вапнякових і карбонатних ґрунтах Південного берега Криму в районі м. Ялта.

В Україні районовано 14 сортів тютюну. Серед них з групи скелетних найбільш поширені Крупнолистий 9, Крупнолистий, Подільський 23, Придністровський 26, Тернопільський 7; з групи ароматичних районовані Американ 3, Американ 307, Американ 17, Дюбек 50 і Дюбек новий.

Попередники. Тютюн не рекомендується розміщувати після соняшнику, конопель, баштанних культур, тому що вони мають спільні з ним шкідники і хвороби. Кращими попередниками для тютюну в сівозміні є озима пшениця, озимий ячмінь, зернобобові, оборот пласта трав.

Обробіток ґрунту. Система обробітку ґрунту під тютюн передбачає лушення стерні на глибину 8-10 см з одночасним боронуванням, а в суху погоду – коткуванням. На засмічених ґрунтах проводять повторне лушення. Через 20-30 днів проводять оранку на глибину 25-30 см. **Весняний обробіток** передбачає раннє боронування і шлейфування, 2-3 культивації. На малоструктурних ґрунтах, які дуже ущільнюються

за зимово-весняний період, за 20-30 днів до висаджування розсади ґрунт переорюють, боронують і культивують.

Удобрення. Під тютюн найбільш ефективно повне мінеральне добриво. З окремих видів добрив найвищі прирости забезпечують азотні і фосфорні добрива. При нестачі калію в ґрунті листя тютюну грубе, плямисте, зморшкувате, рослини сильніше уражуються грибковими і бактеріальними хворобами. Рекомендовані такі норми добрив: азотних – 45-60 кг/га (на бідних ґрунтах), 20-40 кг/га (на середніх за родючістю), 15-20 кг/га (на родючих ґрунтах і після багаторічних трав); фосфорних – 90-135 кг/га, калійних – 75-150 кг/га д. р. Цінним добривом для тютюну є гній (18-20 т/га). Урожайність тютюну підвищується при внесенні фосфорних добрив разом із поливною водою. Крім підвищення врожаю, суперфосфат прискорює приживлення розсади і досягання врожаю.

Садіння. Розсаду починають висаджувати, як тільки мине загроза приморозків. В основних районах вирощування це припадає на кінець квітня, а в Криму і Закарпатській області – на другу декаду квітня. Тютюн із дрібним і середнім листям висаджують за схемою 60х18-20 см (60 – ширина міжрядь, 18-20 – відстань між рослинами в рядку). Це забезпечує 160-180 тис. рослин на 1 га. Для великолистих сортів оптимальною є схема 60х25-30 (до 40) см. Через 4-5 днів проводять перевірку на приживання розсади і підсаджують рослини на місцях загблих.

Догляд за посівами передбачає розпушування ґрунту в міжряддях, знищення бур'янів, підчищення нижніх листків, вершкування і пасинкування та боротьбу зі шкідниками та хворобами. У посушливі роки проводять раннє глибоке вершкування, обламуючи разом із суцвіттям 3-4 недорозвинених листки. Це запобігає захворюванню рослин на підгар.

Збирають тютюн при повній технічній стиглості листків: листя щільне (матеріальне), крихке, легко відламується від стебла, колір листків світлішає, краї жовтіють і дещо загинаються донизу. Достигають листки у напрямі знизу догори. Виламують листя кілька разів (цигаркового тютюну – 5-6, сигарного – 3-4). Листки різних строків ламання неоднакові і їх не слід змішувати. Найвищу якість має листя верхнього і середнього ярусів. Останнім часом виведені сорти тютюну, які достигають одночасно, що дає змогу механізувати збирання. Сушать тютюн на сонці, в спеціальних сушарках із вогневим опаленням та під навісами.

Важливе значення для підвищення якості сировини має **томління** тютюну на початку його сушіння на сушильних рамах. Для цього рами з шнурами висувають із сушарні на площадку для нагрівання протягом 4-5 годин і пров'ялювання листків, потім заносять у приміщення, де щільно встановлюють листя для томління. Так рами тримають 2-3 доби, поки основна маса листків набуде жовто-зеленого кольору. Після цього томління припиняють і рами виносять на сонце для сушіння.

Найбільш поширене сушіння під сонячними променями. Висушують листя протягом 15-20 днів до тих пір, поки сухою стане середня жилка листка. Висушене листя сортують, вирівнюють, складають у шари (лави) верхівками всередину, а черешками назовні. У лавах тютюн витримують протягом 15-20 днів, після чого сировину тюкують і транспортують на заготівельні пункти.

Махорка (*Nicotina rustica* L.)

Вирощується махорка для одержання курильної (махоркової) крупки, нюхальної та жувальної сировини. Сухе листя махорки містить 5-15% нікотину і 15-20% до 30% органічних кислот, у тому числі 10% і більше лимонної, 10-14% білків і 2-4% вуглеводів. З насіння махорки добувають жирну олію (35-40%), яку використовують при виробництві фарб, лаків, мила.

Махоркову сировину використовують також для одержання нікотинової (вітамін РР) та лимонної кислот, які застосовують у харчовій і текстильній промисловості. Походить махорка з Північної Америки (Флорида). Площі посіву махорки в Україні незначні.

Махорка однорічна рослина родини пасльонових. **Коренева система** у махорки стрижнева, сильно розвинена. **Стебло** прямостояче, ребристе, висотою до 1,2 м. **Листки** черешкові, серце- або яйцеподібної форми зі зморщеною поверхнею, світло-зелені або жовто-зелені. Стебла і листки вкриті короткими волосками, які мають сильний специфічний запах. **Суцвіття** – волоть. **Плід** – коробочка, в якій може міститись до 500 насінин. Маса 1000 насінин 0,25-0,35 г. Тривалість вегетаційного періоду в полі махорки-сіянки 90-130, махорки саджанки – 70-100 днів.

Біологічні особливості. Махорка відзначається екологічною пластичністю, тому її можна вирощувати у різних зонах України. Насіння махорки починає проростати при температурі 7-8°C.

Оптимальна температура для росту і розвитку 20-25°C. Температура вище 35°C пригнічує розвиток. Махорка пошкоджується приморозками 2-3°C.

Культура вимоглива до **вологи**, транспіраційний коефіцієнт становить 450-500. Оптимальна вологість для росту махорки – 65-70% найменшої вологоємкості. Нестача вологи в ґрунті зумовлює підгоряння листя або передчасне їх відмирання. Махорка – рослина **довгого дня**, прискорює свій розвиток у міру просування на північ.

Махорка вимоглива до родючості **ґрунту**. Кращими ґрунтами для махорки є супіщані та суглинкові чорноземи, дерново-підзолисті супіщаного або суглинкового механічного складу. З урожаєм 25 ц/га сухого листя і стебел вона виносить із ґрунту 60 кг азоту, 20 кг фосфору, 80 кг калію.

Технологія вирощування

В Україні районовані такі **сорти махорки**: Високоросла зелена 317, Малопасинковий пехлець 4, Хмелівка 125-с.

Способи вирощування. Махорку можна вирощувати двома способами – **сіянкою** (висіванням насіння безпосередньо в поле) і **саджанкою** (садінням розсади в полі). В умовах України за обох способів культура може давати високі врожаї. Проте, для сіянки більш придатні ділянки із структурними ґрунтами, а низинні з високою родючістю, де обробіток проводять пізніше, доцільно відводити під саджанку.

Попередники. Кращими *попередниками* для махорки є багаторічні трави (конюшина, люцерна), кормові буряки, овочеві культури, вико-вівсяна сумішка, озимі культури, зернобобові. Розміщують махорку в спеціальних сівозмінах на родючих ґрунтах (на глибоких чорноземах, наносних землях, у долинах річок, окультурених торфовищах). Махорка може рости 2-3 роки підряд на одному місці, якщо вносити достатню кількість добрив.

Обробіток ґрунту. Зяблеву оранку під махорку проводять на глибину 27-30 см. Перед оранкою проводять лущення. Передпосівний обробіток виконують у перші дні на початку польових робіт. При безрозсадному вирощуванні махорки (сіянкою), весняний обробіток обмежується шлейфуванням і боронуванням важкими боронами у 2-3 сліди. На площах для саджанки (розсадна культура) виконують раннє боронування та шлейфування і наступні 2-3 культивуації.

Удобрення. Махорка характеризується підвищеними вимогами до вмісту поживних речовин у ґрунті, тому під неї обов'язкове внесення значних кількостей добрив. Дана культура виявляє підвищені вимоги до поживних речовин. На 1 ц урожаю (в перерахунку на суху речовину) вона виносить у середньому 3-3,5 кг азоту, 0,8-1 – фосфору, 3,5-4 – калію, 6 кг – кальцію. Під махорку застосовують у середньому 35-40 т/га гною, повне мінеральне добриво. На опідзолених чорноземах рекомендується вносити 90-120 кг/га азотних, 60-90 кг/га (діючої речовини) фосфорних та калійних добрив. Після багаторічних бобових трав норму азоту зменшують до 60-70 кг/га. Високі прирости забезпечує суперфосфат (1 ц/га), внесений разом з поливною водою. Ефективне також підживлення махорки на початку вегетації: для сіянки – після проривання, для саджанки – через 10-12 днів після висаджування розсади і вдруге – через 10-15 днів після першого підживлення. При підживленні вносять повне мінеральне добриво ($N_{25-30}P_{25-30}K_{25-30}$).

Сівба, садіння. Висівають махорку рано навесні, одночасно з ранніми ярими культурами махорковими або відповідно пристосованими сівалками. Спосіб сівби широкорядний з міжряддями 50-60 см. Норма висіву становить 4-5 кг/га (у перерахунку на сухе насіння). Насіння загортають на глибину 1 см.

Розсаду висаджують машинами або вручну зі шириною міжрядь 50-60 см і відстанню між рослинами в рядку 25-30 см. Через 5-6 днів підсаджують рослини на місцях загиблених. Найбільш ефективно раннє садіння махорки: наприкінці квітня – на початку травня. Для крупнолистих сортів густина насаджень має становити 60-70 тис., середньолистих – 70-80 тис./га, дрібнолистих – 80-90 тис./га.

Догляд за посівами. Ґрунтову кірку до появи сходів знищують ротаційними мотиками. Перше розпушування міжрядь проводять, як тільки позначаться рядки, на глибину 5-6 см, друге – на 6-8 см (через 8-10 днів після першого). При утворенні на рослинах махорки 2-3 справжніх листочків, проводять букетування (довжина букетів – 10-12 см, відстань між ними – 50-60 см). Через 2-3 дні букети розбирають, залишаючи в них по 3-5 добре розвинених рослин. Густина стояння рослин така сама, як і для розсадної культури: 60-70 тис. рослин на 1 га для крупнолистих і 80-90 тис. – для дрібнолистих сортів. Протягом вегетації проводять 2-3 розпушування міжрядь. Велике значення має підчищення нижніх листків. Уперше його проводять через 10 днів після садіння, вдруге – через 10-12 днів після першого. Кожного разу відламують по 1-2 застарілих і пожовклих листки. Вершкування (видалення суцвіть) проводять під час бутонізації, пасинкування – при

відростанні бічних пагонів на 5-7 см.

Збирають махорку в один прийом цілими рослинами при технічній стиглості. У махорки вона характеризується крихкістю листків та звисанням їх донизу. Достиглі листки мають сильний специфічний запах. Для прискорення висихання достиглої махорки за 3-4 дні до збирання стебла розрізують зверху донизу (пластують), залишаючи нерозрізаною нижню частину 5-6 см завдовжки, щоб рослини не вилягли. Збирають махорку в суху сонячну погоду, зрубуючи рослини під корінь. Зрубані рослини залишають на кілька годин у полі для прив'ялювання. З поля махорку перевозять у приміщення, де проводять томління при температурі 30-40°C протягом 20-24 год. Для цього стебла махорки складають у штабелі комелями назовні. Висота штабелів – 50-70 см, ширина дорівнює довжині двох стебел. Після томління махорку сушать протягом 25-30 днів у приміщеннях, які добре вентилуються. При стандартній вологості 35% сировину здають на заготівельні пункти.

Питання для самоконтролю:

1. Хміль. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
2. Тютюн. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.
3. Махорка. Значення, систематика, морфологічні, біологічні особливості та технологія вирощування.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Автотрофи 82, 133, 230, 309
Агрокліматичні ресурси 10, 22
Агроландшафт 38, 123, 200
Агросфера 234
Адаптивне рослинництво 334
Адаптація 334
Адаптивний сорт (гібрид) 120
Адитивна дія 282
Адсорбенти 307, 308
Аерація ґрунту 10, 31, 82, 139
Аеропоніка 130
Азотфіксуючі бактерії 112, 137, 189
Актиноміцети 134, 135, 137, 190, 235
Анаеробне дихання 61, 85
Антагонізм 282, 297
Антропогенний фактор 220, 223, 225, 231, 235
Асоціативна азотфіксація 132, 133, 138, 139

Б

Бактеріотрофні рослини 137
Безпестицидні технології 355
Біогеоценоз 225, 226, 231, 232
Біогумус 136, 167, 351
Біодинамічне землеробство 337, 339, 340
Біокліматичний потенціал України 121
Біологічне землеробство 315, 336, 337, 341
Біологічний метод боротьби 268, 287
Біологічний мінімум 19, 20, 458
Біосфера 229
Біота 225, 351
Біотехнологія 185, 186, 187
Біофунгіциди 286
Бленди (піраміди) 119

В

Вапнування 145, 167, 170, 453, 456
Вермикультура 136
Видування 54
Вимокання 58, 327
Випирання 54, 55
Випрівання 54, 58
Водний баланс 25, 28, 547
Волога 10, 24, 25, 44, 85
Вологість в'янення 25, 44
Вузол кущення 16, 86, 112, 132, 369

Г

Генетична різноякісність насіння 101
Гібрид 114, 115, 215
Гігрофіти 25, 26
Гідропоніка 130
Гідросфера 225, 228
Гідротермічний показник 48, 49
Гідрофобізація насіння 111
Гіпсування 167, 169, 175
Гомойогідричні рослини 25
Ґрунтозахисні технології вирощування культур 210, 350, 355
Гумус 133, 165, 182

Д

Декарбоксилювання 64, 65
Десикація 97, 444, 468, 486, 537, 547, 608
Дефоліація 486, 555, 611
Дихання ґрунту 24
Дражування 111

Е

Екологічна різноякісність 100
Екологічне землеробство 188, 334
Екологічно чиста енергозберігаюча технологія вирощування 313
Екологія рослин 9
Економічний поріг шкідливості (ЕПШ) 271, 273, 412

Екосистема 225, 228, 232, 293
Екстенсивна технологія вирощування 313
ЕМ (ефективні мікроорганізми) технологія 209
Ендомікориза 142, 197
Енергетичний коефіцієнт 221
Енерго- та ресурсоощадна технологія вирощування 259, 312
Енергозбереження 316, 356, 357, 358
Еректоїдне розміщення листків 67, 74, 213
Ерозія 209, 238, 240, 533
Етапи органогенезу 80, 82, 91, 369, 378, 391, 396
Еутотрофи 144

Ж

Жаростійкість 42, 45
Життєвий цикл рослин 94

З

Загартування 51, 52, 53, 369, 370, 541
Закони землеробства 156
Запал 44, 473
Захват 44
Збирання 73, 82, 91, 102
Зимостійкість 112, 370, 377, 393, 546
Змішані посіви 120, 232
Зрошення 24, 26, 31, 33, 37, 44, 158, 160, 176, 211

І

Ідеатип 317
Інгібітори 90, 96, 120, 284, 288, 453
Індекс врожайності 76, 77
Індекс добору 75
Інкрустація 111, 112, 275, 313, 422
Інокуляція 112, 141, 190, 460
Інтегрований захист рослин 209, 261, 262, 267, 269
Інтегрована технологія вирощування 313
Інтенсивна технологія 311, 313

К

Калібрування 105, 110, 507
Капілярна кайма 31
Карбоксилювання 64, 65
Коефіцієнт водоспоживання 48
Коефіцієнт в'янення 44
Консументи (споживачі) 230, 235
Коренева ризосфера 131
Коренева шийка 132
Критичний період 46, 155, 265, 399, 431, 492, 499, 578, 582, 598
Ксерофіти 25, 26

Л

Летальні речовини 96
Літосфера 225, 228, 231
Льодяна кірка 55

М

Макробіота 133
Макроелементи 68, 128
Матрикальна різноякісність 100, 101
Мезобіота 133, 137
Мезогігрофіти 26
Мезоксерофіти 26
Мезотрофи 144
Мезофіти 25
Механічне пошкодження насіння 105
Механічний обробіток ґрунту 203
Мікориза 135, 142, 197
Мікотрофи 133
Мікотрофія 135
Мікробіота 133
Мікроелементи 134, 138, 152
Мікрофлора 105, 165, 341, 351
Мінімалізації обробітку ґрунту 208, 357
Модифікації 109, 186, 286
Молочнокислі бактерії 189, 190
Морозостійкість 50, 51, 53, 55, 114, 370
Мульча 353

Н

Неоценоз 226
Ноосфера 225, 237
Норма висіву 214, 215

О

Оліготрофи 144
Онтогенез 78, 80
Органічне (природне) землеробство (No-till) 6, 187, 338
Органобіологічне землеробство 338
Отавність рослин 81, 82, 437

П

Пестициди 7, 99, 111, 123, 228, 247, 262, 270, 276, 280
Підгін 87
Підсід 87
Площа живлення 210, 215, 425
Повітря 9, 32
Пойкілогідричні рослини 25
Полікультура 119, 120
Посівні кондиції 104
Посуха 42, 144, 404
Посухостійкість 42, 43, 46, 48
Прапорцевий листок 74, 378
Протруювання 109, 111, 112
Пружність насіння 99

Р

Радіонукліди 292, 296, 297, 299, 301, 343
Реакція ґрунтового розчину 34, 36, 119, 168
Регламент 249, 258, 280
Регулятори росту рослин 83, 95, 97, 213
Редуценти 230, 235, 237
Рекультивація земель 245, 246
Ремонтантність 81
Ретарданти 97, 313, 329
Реутилізація 80, 129
Ріст рослин 78

Розвиток рослин 50, 78
Рослини-фітомеліоранти 199

С

Сидерати 372, 500
Симбіотична азотфіксація 138
Синергізм 282
Система ANOG 337
Система LISA 340
Сівозміна 219
Скарифікація 113
Солома 355
Сорт 113
Сортова чистота (типовість) 102
Сортозміна 101, 115
Сортооновлення 101
Стікання 44, 203, 267, 491
Строки сівби 197, 213
Структура посівних площ 200
Субедифікатори та едифікатори 232
Сумарний фотосинтетичний потенціал посіву 70
Суховії 40, 43, 44

Т

Температура 19, 20
Температурний стрес 15
Теорія температурних градієнтів 21
Тепловий режим ґрунту 16, 192, 213, 290
Теплоємність 23
Теплопровідність 23
Термоперіодизм 17
Технологія вирощування 221, 310
Техносфера 236
Точне землеробство 346, 347
Транспіраційний коефіцієнт 46
Транспірація 25, 28
Трансформування пестицидів 276
Тропосфера 229
Трофічні зв'язки 226, 229

Ф

Фази вегетації 80
Фермвей 307
Феромони 288
Фікобіліни 66
Фітогормони 80, 96, 98
Фітонциди 232
Фітопатогенні гриби 285
Фітоценоз 233
Фоторедукція 66
Фотосинтезуючі бактерії 189

Х

Хемосинтез 66
Хемотрофи 230
Хімічна меліорація 167

Ц

Цикл Кальвіна 64

Я

Яровизація 15, 50, 366

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

1. Поняття екологія вперше започатковано вченим:

1	Вільямс І.В.
2	Ситник К.М.
3	Геккель Е.
4	Серебряков В.В.

2. Термін екологія в перекладі з грецької мови означає:

1	Дім, житло
2	Місце існування
3	Навколишнє середовище
4	Природне середовище

3. Виберіть з переліку правильні твердження поняття зимостійкості:

1	Стійкість рослин до комплексу несприятливих факторів зимового періоду
2	Здатність рослин витримувати тривалий вплив низьких температур без шкоди їхньому розвитку
3	Реакція організму на дію несприятливих факторів і здатність витримувати стресові навантаження
4	Здатність рослин витримувати температури нижче 0° С

4. Пристосування організму до умов навколишнього середовища із змінами його фізіологічних властивостей, зовнішньої і внутрішньої будови називається...

(у бланку відповіді вкажіть правильну одим словом)

5. Виберіть з переліку відповідні величини коефіцієнтів суттєвості відхилень характерні для:

А. Умов, близьких до звичайних	1. Кс=>2
В. Умов, які відрізняються від звичайних	2. Кс=0-1
С. Умов, наближених до рідкісних	3. Кс=1-2

6. Встановити відповідність екологічних груп рослин (А,В) за субстратом місце зростання та вимогами до запасів поживних речовин ґрунту:


А. Оліготрофні	1. Рослини піщаних ґрунтів
В. Мезотрофні	2. Підвищених вимог до запасу поживних речовин

	3. Маловибагливі до запасу поживних речовин
	4. Рослини, що витримують засолення
	5. Середньовимогливі до запасу поживних речовин

7. Галофіти – це рослини, що добре витримують:

1	Затінення
2	Засолення
3	Кислотність
4	Перезволоження

8. Вкажіть культуру, зазначену на рисунку, стосовно розвитку язичка та вушок:

	(у бланку відповідей подати правильну відповідь одним словом)
--	---

9. Вкажіть вченого, рік започаткування та кількість основних етапів органогенезу сільськогосподарських культур:

(у бланку відповідей зазначте автора, рік започаткування та кількість послідовних етапів)

10. Середовище – це:

1	Сукупність дії світлового та водного факторів
2	Сукупність усіх умов, що діють на рослинний організм
3	Сукупність дії біотичних та абіотичних факторів на рослину
4	Дія теплового фактору на життєдіяльність рослинного організму

11. Для нормального росту і розвитку пшениця озима повинна пройти стадію яровизації за температури ...°C(A) впродовж ...днів (B)

(у бланку відповідей зазначте температуру та тривалість днів)

12. В основу побудови коду ВВСН покладена шкала...

(у бланку відповідей впишіть прізвище автора)

13. Наука про охорону природного середовища називається:

1	Екологія
2	Біологія
3	Інвайронментологія
4	Метеорологія

14. Встановіть відповідність понять:

A. Ріст B. Розвиток	1. Видимі морфологічні зміни рослин протягом вегетації 2. Збільшення лінійних розмірів окремих органів рослини та їх маси 3. Фізіолого-біохімічні якісні зміни у рослині 4. Диференціація конусу наростання
------------------------	--

15. Повним настанням фази розвитку культури вважають період, коли вона зафіксована у :

1	10-15% рослин
2	25-40% рослин
3	45-70% рослин
4	Не менше 70 - 75% рослин

16. Назвіть вченого – автора розробки теорії зимостійкості (А) та кількості етапів загартування (В):

1	М.І. Вавілов
2	Д.М. Прянішніков
3	І.І. Туманов
4	К.А. Тімірязєв

17. Восьмий етап органогенезу за Ф.М.Куперман відповідає фенологічній фазі росту рослин пшениці озимої:

1	Вихід в трубку
---	----------------

2	Колосіння
3	Початок цвітіння
4	Середина молочно-воскової стиглості зерна

18. Встановіть відповідність групи культур за вимогами до тепла та мінімальної температури проростання насіння:

А.Холодостійкі	1. +3...6 ⁰ С
В.Середньохолодостійкі	2. +8...14 ⁰ С
С.Теплолюбиві	3. +1...2 ⁰ С

19. Виберіть з переліку елементи продуктивності, які формують рослини на третьому етапі органогенезу (за Ф.М. Куперман):

1	Розвиток генеративних органів відбувається у закритій брунці
2	Послідовне формування органів квітки
3	Розкриття третього листка, диференціація осі суцвіть
4	Формування конуса наростання і перших зародкових листків
5	Конус наростання диференційований
6	Конус наростання не диференційований
7	В основі конусу наростання закладаються справжні листки та міжвузля
8	Формування пилку
9	Інтенсивний ріст верхніх міжвузлів стебла
10	Запліднення та формування насіння

20. Вкажіть формулу та її складові, за якою розраховується коефіцієнт суттєвості відхилень агрометеорологічного режиму поточного року:

<i>(у бланку відповіді вкажіть формулу та її складові)</i>
--

21. Термін екологія запропоновано в:

1	1800 році
2	1850 році
3	1866 році
4	1900 році

22. Біотичні фактори – це:

1	Вплив не живої природи на окремі організми та угруповання
2	Вплив живих істот на рослину та рослинні угруповання

3	Вплив та взаємодія живих організмів між собою
4	Вплив не живої природи на окремі організми та угруповання

23. Виберіть з переліку другорядні екологічні фактори:

1	Світло
2	Хмарність
3	Тепло
4	Вітер

24. Назвіть основні типи адаптації:

1	Генетична
2	Морфологічна
3	Аклімація
4	Акліматизація

25. Фізіологічна радіація має діапазон, нм

1	105
2	150
3	350
4	750

26. Назвіть культури, на посівах яких проводять десикацію:

1	Гречка
2	Зернові колосові
3	Рис
4	Соя
5	Картопля

27. Акліматизація – це:

(у бланку відповідей вкажіть правильне визначення)
--

28. Екологія вивчає:

1	Відносини живих організмів та їх угруповань між собою
2	Взаємозв'язок рослини та навколишнього середовища
3	Відносини живих організмів та їх угруповань з

	навколишнім середовищем
4	Вплив навколишнього середовища на живі тваринні організми

29. Вкажіть найбільш відомі Міжнародні оцінювальні шкали розвитку с.-г. культур:

(у бланку відповідей перерахуйте основні Міжнародні шкали)

30. Розрахуйте норму висіву насіння буряків цукрових (кг/га), якщо кількісна норма висіву – 220 тис. схожих насінин/га, маса 1000 насінин – 30 г, чистота насіння – 87%, схожість – 85%.

(у бланку відповідей впишіть вірну цифрами та хід розрахунку)

31. Процес засвоєння зеленими рослинами світлової енергії і використання її для утворення органічної речовини з вуглекислого газу та води називається...

(у бланку відповідей впишіть вірну одним словом)

32. На фізіологічні процеси формування врожаїв сільськогосподарських врожаїв впливають фактори:

А. Регульовані В. Нерегульовані	1. Норми добрив
	2. Строки сівби
	3. Сонячна радіація
	4. Сорти
	5. Температура
	6. Обробіток ґрунту
	7. Опادي

33. Добре загартовані рослини пшениці озимої переносять зниження температури на глибині вузла кущення до мінус:

1	10...18 ⁰ С
2	18...20 ⁰ С
3	20...22 ⁰ С
4	23...25 ⁰ С

34. За якою формулою розраховується середнє квадратичне відхилення δ для визначення коефіцієнта суттєвості відхилень кількості опадів та середньомісячних температур від середньобаторічних:

(у бланку відповіді вкажіть формулу та її складові)


35. Виберіть з переліку правильні твердження поняття стійкості:

1	Стійкість рослин до комплексу несприятливих факторів зимового періоду
2	Здатність рослин витримувати тривалий вплив низьких температур без шкоди їхньому розвитку
3	Реакція організму на дію несприятливих факторів і здатність витримувати стресові навантаження
4	Здатність рослин витримувати температури нижче 0° С

36. Встановити відповідність екологічних груп рослин (А,В) за субстратом місця зростання та вимогами до запасів поживних речовин ґрунту:

А. Еутрофні В. Мезотрофні	1.Рослини піщаних ґрунтів
	2.Підвищених вимог до запасу поживних речовин
	3.Моловибагливі до запасу поживних речовин
	4.Рослини, що витримують засолення
	5.Середньовимогливі до запасу поживних речовин

37.Вкажіть фазу розвитку культури і макро- та мікростадію за шкалою ВВСН, поданих на рисунку:

	<p>(у бланку відповідей подати правильну одним словом та цифрою)</p>
--	--

38. Синекологія вивчає:

1	Екосистеми
2	Рослинні угруповання, екосистеми і екологічне середовище
3	Організм і середовище його існування
4	Рослинні угруповання

39. Період від появи сходів до утворення рослинами насіння називається...

(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)
--

40. Згідно градації ґрунтів за величиною рН до сильно кислих належать:

1	5,6-6,5
2	6,5-7,0
3	4,6-5,5
4	3,0-4,5

41. Геліотропізм – це:

(у бланку відповідей впишіть визначення)

42. Абіотичні фактори – це:

1	Межі пристосованості виду або угруповання до умов середовища
2	Розміщення рослин у просторі та часі
3	Пристосованість виду до певних умов середовища
4	Компонентні властивості не живої природи

43. Виберіть з переліку елементи продуктивності, які формують рослини на четвертому етапі органогенезу (за Ф.М. Куперман):

1	Розвиток генеративних органів відбувається у закритій брунці
2	Послідовне формування органів квітки
3	Розкриття третього листка, диференціація осі суцвіть
4	Формування конуса наростання і перших зародкових листків
5	Конус наростання диференційований
6	Конус наростання не диференційований
7	В основі конусу наростання закладаються справжні листки та міжвузля
8	Формування пилку
9	Інтенсивний ріст верхніх міжвузлів стебла
10	Запліднення та формування насіння

44. Псамофіти – це рослини:

1	Засолених ґрунтів
2	Кислих ґрунтів
3	Піщаних ґрунтів
4	Заболочених ґрунтів

45. Фітоценологія вивчає взаємовідносини:

1	Рослинних організмів та екологічних факторів
2	Рослинних угруповань
3	Живих організмів з навколишнім середовищем
4	Біотичних та абіотичних факторів

46. Розрахуйте норму висіву насіння буряків цукрових (кг/га), якщо кількісна норма висіву – 130 тис. схожих насінин/га, маса 1000 насінин – 32 г, чистота насіння – 89%, схожість – 88%.

(у бланку відповідей впишіть вірну цифрами та хід розрахунку)

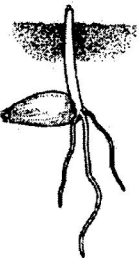
47. Акліматизація – це пристосування рослинного організму до:

1	Певного мікроклімату
2	Штучно створених умов
3	Природно-кліматичних умов
4	Температурного місцезростання

48. Виберіть з переліку основні екологічні фактори:

1	Вітер
2	Туман
3	Вологість
4	Тепло

49. Вкажіть фазу розвитку культури та мікростадію за шкалою ВВСН, поданої на рис.1

 <p>Рис.1</p>	<p>(у бланку відповідей подати правильну одним словом та цифрою)</p>
---	--

50. Екологічна толерантність – це:

1	Пристосованість виду до екстремальних умов
2	Вплив екологічних факторів на ріст і розвиток рослин
3	Діапазон інтенсивності дії екологічного фактору, в якому можливе існування певного виду
4	Стійкість до дії певного виду стресу

51. Світло належить до факторів:

1	Біотичних
2	Абіотичних
3	Атмосферних
4	Кліматичних

52. Промениста енергія Сонця – це:

1	Теплова енергія Сонця
2	Світлова енергія Сонця
3	Теплова та світлова енергія Сонця
4	Теплова енергія Сонця

53. Аутоекologia вивчає:

1	Організм і середовище його існування
2	Рослинні угруповання
3	Екосистеми
4	Рослинні угруповання, екосистеми і природне середовище

54. Виберіть з переліку елементи продуктивності, які формують рослини на першому етапі органогенезу (за Ф.М. Куперман):

1	Розвиток генеративних органів відбувається у закритій брунці
2	Послідовне формування органів квітки
3	Розкриття третього листка, диференціація осі суцвіть
4	Формування конуса наростання і перших зародкових листків
5	Конус наростання диференційований
6	Конус наростання не диференційований
7	В основі конуса наростання закладаються справжні листки та міжвузля
8	Формування пилку
9	Інтенсивний ріст верхніх міжвузлів стебла
10	Запліднення та формування насіння

55. Період від утворення зиготи до відмирання рослини називається...

(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)

56. Транспіраційний коефіцієнт – це:

1	Кількість води, що втрачається рослиною на формування 1 г сухої речовини
2	Кількість води (г), яку випаровує рослина для накопичення 1 г сухої речовини
3	Кількість води, яку випаровує рослина за одиницю часу
4	Кількість води, яку випаровує рослина на одиницю площі поверхні листа

57. Розрахувати норму висіву насіння пшениці озимої (кг/га), якщо кількісна норма висіву – 5 млн. сх. нас/га, маса 1000 насінин – 42 г, чистота – 98%, схожість – 95%.

(у бланку відповідей впишіть вірну цифрами та хід розрахунку)

58. Встановити відповідність екологічних груп рослин (А,В,С) за субстратом місце зростання та вимогами до запасів поживних речовин ґрунту:

А. Еутрофні В. Оліготрофні С. Псамофіти	1. Рослини піщаних ґрунтів
	2. Підвищених вимог до запасу поживних речовин
	3. Молодибагливі до запасу поживних речовин
	4. Рослини, що витримують засолення
	5. Середньовимогливі до запасу поживних речовин

59. Добре загартовані рослини жита озимого переносять зниження температури на глибині вузла кущення до мінус:

1	10...18 ⁰ C
2	18...20 ⁰ C
3	20...22 ⁰ C
4	23...25 ⁰ C

60. Фізіологічна реакція рослин на добовий ритм освітлення (співвідношення довжини дня та ночі) називається:

(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бегей С.В. Екологічне землеробство. / С.В. Бегей, І.А. Шувар – Львів „Новий Світ-2000”, 2007. – 409 с.
2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За ред. проф. М.К. Шичули. – Оранта, 1998. – 680 с.
3. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Е.Г. Дегодюка. – К.: Урожай, 1992. – 320 с.
4. Гоменюк В.О. Ґрунтозахисні технології в буряківництві. / В.О. Гоменюк, В.Б. Гаврилюк, О.В. Корнійчук, В.І. Пасічник – Кам'янець-Подільський, ”Абетка”, 2005. – 249 с.
5. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шичули. – Оранта, 2000. – 390 с.
6. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства. / В.П. Гудзь, І.Д. Примаєв, М.Ф. Рибак та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 332 с.
7. Дмитренко П.О. Удобрення та густина посіву польових культур. / П.О. Дмитренко, П.І. Витриховський. – К.: Урожай, 1975. – 248 с.
8. Дудчак В.І. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах західного Полісся. / В.І. Дудчак, С.М. Голуб, О.С. Мороз, О.П. Луцьок // Зб. наукових праць Волинського інституту агропромислового виробництва. – Луцьк, ”Надстир'я”. – 2006. – С. 112-117.
9. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник. / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
10. Зозуля О.Л. Селекція і насінництво польових культур. / О.Л. Зозуля, В.С. Мамалига – К.: Урожай, 1993. – 410 с.
11. Иващенко В.Г. Некоторые особенности анатомического строения стеблей кукурузы в связи с устойчивостью к полеганию и повреждению кукурузным мотыльком // Научно-технический бюллетень ВСГИ. – Одесса, 1976. – Выпуск XXVI. – С. 56-60.
12. Каталог сортів і гібридів рослин ННЦ ”Інститут Землеробства УААН”. / За ред. Сайка В.Ф., та ін. – Київ, 2008. – 92 с.
13. Каталог сортів селекції мережі Інституту кормів УААН. / За ред. Петриченко В.Ф. – Вінниця, 2007. – 42 с.
14. Козубено Л.В. Каталог гібридів кукурудзи інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Видання п'яте (перероблене та доповнене). / Л.В. Козубено, В.М. Костромітін, М.М. Чупіков та ін. – Харків, 2006. – 39 с.
15. Коломиец Э.И. Перспективы развития исследований в области биологического контроля патогенов и вредителей // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. Междунар. конф. (Минск, 26-28 мая 2004 г.). – Минск: ГНУ “Ин-т микробиологии НАН Белоруссии”, 2004. – С.368-369.

16. *Кравченко М.С.* Землеробство. / *М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко* – К.: "Либідь", 2002. – 490 с.
17. *Кузнецова Л.Н.* Отечественные энтомопатогенные биопрепараты на основе *Bacillus thuringiensis* вместо химических инсектицидов // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології. – 1999. – № 4. – С. 22-25.
18. *Лихочвор В.В.* Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е виправлене. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с.
19. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові) Під загальною редакцією голови Держкомісії України по випробуванню та охороні сортів рослин, кандидата сільськогосподарських наук *В. В. Волкодава*. - К.: 2001. – 64 с.
20. Методика проведення апробації сортових посівів зернових культур. – Київ-Одеса, 2009. – 25 с.
21. *Надкернична О.В.* Штучне бульбочкоутворення на рослинах моркви // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 10. – С.15
22. *Надкерничный С.П.* Перспективи використання нових мікробних препаратів для захисту рослин від кореневих патогенів // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології. – 1997. – № 1. – С. 3-8.
23. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегія удобрення / За ред. *М.М. Городнього*. – К., 2004. – 87.
24. *Петриненко В.Ф.* Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України / *В.Ф. Петриненко, Р.А. Антипін* // Корми і кормо виробництво. – Вінниця, 2003. – Вип. 57. – С. 3-14.
25. *Петриченко В.Ф.* Рекомендації щодо проведення осінньо-польових робіт під урожай озимих зернових культур 2009 року в умовах Вінницької області. / *В.Ф. Петриченко, А.О. Павліченко та ін.* – Вінниця, 2008. – 15 с.
26. *Поліщук І.С.* Продуктивність сортів ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу України. / *І.С. Поліщук, В.Д. Паламарчук, О.М. Колісник* // Збірник наукових праць ВДАУ. – Вип. 35, Вінниця. – 2008. – С. 57 – 62.
27. *Приходько В.А.* Фотосинтетическая деятельность различных зернобобовых культур в условиях Тамбовской области. – В кн.: Повышения продуктивности кормовой пашни и луговых угодий. – М., Агропромиздат. – 1981. – С. 40-48.
28. Рослинництво, лаб.-практ. / За ред. *М.А.Бобра, С.П. Танчика, Д.М. Алімова*. - К.: Урожай, 2001. -388 с.
29. *Савранчук В.В.* Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. / *В.В. Савранчук, І.М. Семеняка, М.І. Мостіпан та ін.* – Кіровоград, 2005. – 253 с.

30. Сахненко В.В. Агроекологічне обґрунтування інтегрованої системи захисту ріпаку. – Вінниця, 2007. – 184 с.
31. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, А.В. Никитин и др. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
32. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / За ред. О.А. Любович, Є.М. Лебідь, В.І. Шемавнов, Б.В. Дзюбецький та ін. – Дніпропетровськ, 2005. – 432 с.
33. Смаглій О.Ф. Агроекологія. / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак, та ін. – К.: „Вища освіта”, 2006. – 662 с.
34. Смирнов В.В. Эндوفитные бактерии рода *Bacillus* – перспективные культуры для создания биологических средств защиты растений от болезней. / В.В. Смирнов, И.А. Козачко, В.А. Вьюницкая // Микробиол. журн. – 1995. – Т. 57, № 5. – С. 69-78.
35. Тараріко Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації. / Ю.О. Тараріко, О.Є. Несмашина, Л.Д. Глуценко – К.: Нора-прінт, 2001. – 60 с.
36. Технологія виробництва продукції рослинництва. / За ред. Танчик С.П. – К.: Видавничий Дім ”Слово”, 2008. – 993 с.
37. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе. – Ленинград, 1991. – 43 с.
38. Цупенко Н.Ф. Справочник агронома по агрометеорологии. – К.: Урожай, 1990. – 238 с.
39. Черній Б.Є. Динаміка забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами цезію-137 та стронцію-90 в Тернопільській області / Б.Є.Черній, Г.М. Дзюба // Науково-методичний журнал. – Т. 82. Вип. 69. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. – С. 5-11.
40. Чубко О. Від чого залежить урожай кукурудзи // Агросектор. – 2005. - № 1. – С. 12-14.
41. Шукла Н.К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. / Н.К. Шукла, Г.В. Назаренко – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
42. Umarov M.M. Plant-microbe interactions and nitrogen transformation in biosphere // Molecular Plant-Microbe Interactions: New bridges Past and Future. 11-th Int. Congr. on Molecular Plant-Microbe Interactions (St. Petersburg, July 18-26, 2003): Abstr. – St.-Petersburg, 2003. – P. 356.
43. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants./ Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry - BBCH Monograph. 2. Edition, 2001 – 66 с.
44. AGUSTI, M., S. ZARAGOZA, H. BLEIHOLDER, L. BUHR, H. HACK, R. KLOSE y R. STAUSS, 1995: Escala BBCH para la descripción de los estadiosfenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus). Levante

Agricola 3, 189-199.

45. FELLER, C., H. BLEIHOLDER, L. BUHR, H. HACK, M. HESS, R. KLOSE, U. MEIER, R. STAUSS, T. VAN DEN BOOM und E. WEBER, 1995a: Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: I. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47, P. 193-206.

46. LANCASHIRE, P. D., H. BLEIHOLDER, P. LANGELÜDDECKE, R. STAUSS, T. VAN DEN BOOM, E. WEBER und A. WITZEN-BERGER, 1991: An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. appl. Biol. 119, 561-601.

47. MEIER, U., L. BACHMANN, H. BUHTZ, H. HACK, R. KLOSE, B. MÄRLÄNDER und E. WEBER, 1993: Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L. ssp.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala (mit Abbildungen). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 45, 37-41.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова

**БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
РОСЛИН**

Підручник