ЛЕКЦІЯ № 4

ТЕМА: “ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ ҐРУНТІВ. МЕЛІОРАНТИ”

ПЛАН

1.Відношення сільськогосподарських культур до реакції ґрунту і вапнування.

2.Значення кальцію і магнію для ґрунту і живлення рослин.

3.Визначення потреби, норм і місця проведення вапнування в агроценозах.

4.Хімічні меліоранти кислих ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії: Навч. посібник/Карасюк І.М., Геркіял О.М., Недвига М.В. та ін.., за ред.. І.М.Карасюка –К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008 – 192с.

2. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення/ За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.

3. Агрохімія/ За ред.. І.М.Карасюка. –К.: Вища школа, 1995.-471с.

1.Відношення сільськогосподарських культур до реакції ґрунту і вапнування

Меліорація – це заходи, спрямовані на докорінне і пришвидшене комплексне окультурення (розширене відтворення родючості) малопродуктивних ґрунтів, охорона їх від деградації та усунення негативних явищ під час землекористування в результаті поліпшення їх морфології, складу, властивостей і режимів. Серед різноманітних меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення якості сільськогосподарських угідь, хімічна меліорація ґрунтів посідає одне з чільних місць у системі інтенсивного землеробства.

Хімічною меліорацією ґрунту називають комплекс заходів, спрямованих на докорінне поліпшення його властивостей з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Це заміна небажаних у складі ґрунтового вбирного комплексу катіонів (водню, алюмінію, заліза, мангану в кислих ґрунтах і натрію – в лужних ґрунтах на кальцій). Надмірну кислотність ґрунту усувають вапнуванням, а надмірну лужність – гіпсуванням.* **Хімічну меліорацію проводять до внесення добрив з метою створення оптимальної реакції ґрунтового розчину, ліпшого засвоєння елементів живлення з ґрунту і внесених добрив. Її зазвичай проводять один раз за ротацію сівозміни або за кілька років. Основне цільове завдання – створити високу буферну ємність ґрунтів, що забезпечуватиме їх стійке функціонування за різних умов зовнішніх впливів і навантажень.** Хімічну меліорацію ґрунтів не слід розуміти надто спрощено – тільки як спосіб нейтралізації зайвої кислотності чи лужності. Як її складові також треба розглядати способи корінного за запасного збагачення ґрунтів біогенними елементами, застосування природних і штучних меліорантів (так званих структурних меліорантів) для створення в ньому стійкого органо-мінерального комплексу, поливні води з добавками відповідних меліоративно-активних речовин, залучення в меліоративну дію (наприклад, унаслідок плантажу) внутрішньоґрунтових речовинних ресурсів та інших, у тому числі й непрямі впливи, що докорінно змінюють агрохімічну якість ґрунту.

Хімічні меліоранти – речовини або суміші речовин природного чи техногенного походження, які вносять у ґрунти з метою їх хімічної меліорації (гіпс, фосфогіпс, крейда, дефекат, породи, що містять більш як 10% сполук кальцію – леей, червоно-бурі глини, кальцієво-залізовмісні шлами металургійних та інших підприємств тощо).

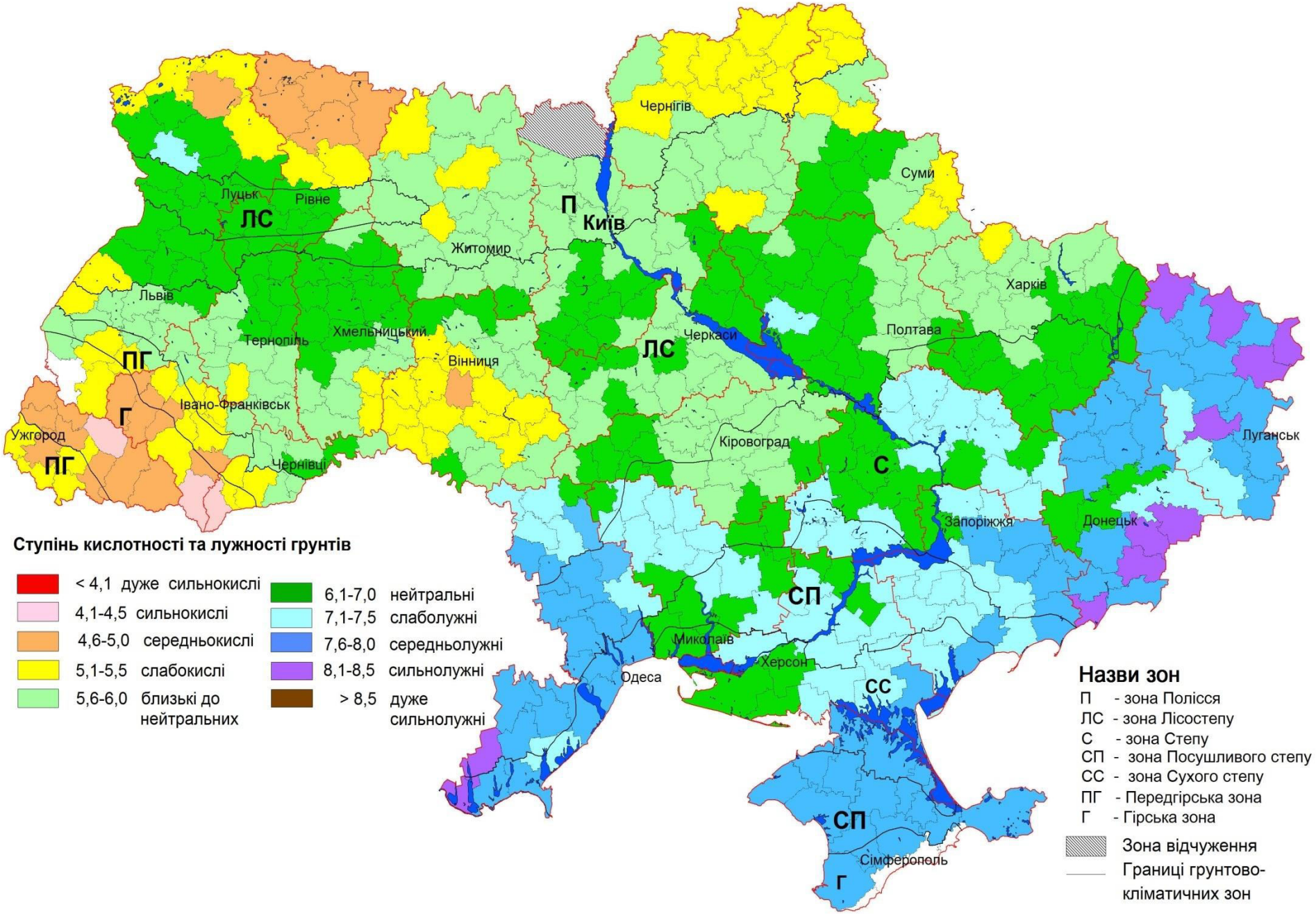
Ґрунти з підвищеною кислотністю найбільш поширені на Поліссі, в західних регіонах Лісостепу та Карпатській буроземно-лісовій області. Солонцеві комплекси і повторно осолонцьовані ґрунти трапляються майже в усіх регіонах Лівобережної України, але найбільші їх площі в Південному Степу.

Регіони поширення кислих ґрунтів достатньо забезпечені вологою (ГТК > 1), із меншою континентальністю клімату та переважанням елювіального (промивного, застійно-промивного) типу ґрунтоутворення. У південних регіонах, навпаки, переважають дефіцит вологи та акумулятивний (непромивний) тип ґрунтових процесів. *Ґрунти Лісостепу займають проміжне положення – їм притаманний як елювіальний, так і акумулятивний типи ґрунтоутворення. Вони займають майже 35 % загальної площі сільськогосподарських угідь і мають різну кислотно-основну буферну здатність.* ***Кислотно-основна буферна здатність ґрунту*** – це його здатність протидіяти явищам підкислення або підлуження і нейтралізувати добавлення кислоти чи луги, що надійшли в нього.

Природна кислотність ґрунтів формується під час трансформування органічної частини ґрунту. За низького вмісту в рослинних рештках лужноземельних металів і білкових сполук, насамперед в анаеробному середовищі, процес бродіння завершується утворенням різноманітних органічних кислот. Вони сильно підкислюють ґрунт, особливо за відсутності їх нейтралізаторів.

За надходження в ґрунт значної кількості органічних речовин починають інтенсивно розвиватися глейові процеси, які розхитують кристалічні ґратки глинистих мінералів, призводять до утворення вільних оксидів алюмінію та заліза. Ці оксиди разом із реакційно-активними органічними кислотами утворюють комплекси і вимиваються з верхньої частини ґрунтового профілю.

Характеристика сільськогосподарських земель за реакцією грунтового розчину за результатами 9 туру агрохімічної паспортизації (2006-2010 рр.)



Важливу роль у формуванні кислотно-основного режиму відіграють буферні властивості ґрунтів, як їх здатність протистояти вторинному підкисленню чи підлуженню. Цю здатність оцінюють за буферною ємністю – безрозмірною величиною, яку визначають у кислотному й лужному інтервалах навантажень і зазвичай вказують за 100-бальною шкалою

Класи ґрунтів за кислотною та лужною буферною ємністю (С. А. Балюк, Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко та ін., 2012)

НОМЕР КЛАСУ	Градація ґрунтів за pH-буферністю	Інтервал показників pH-буферної ємності, бал
1	Дуже низькобуферні	< 10
2	Низькобуферні	10-20
3	Середньобуферні	20-30
4	Високобуферні	30-40
5	Надто буферні	40-50
6	Надзвичайно буферні	> 50

Урожай сільськогосподарських культур залежить від показника pH ґрунту, оскільки він визначає:

- доступність поживних речовин (потенціал токсичності);
- активність мікроорганізмів;
- сприйнятливість організмів до захворювань;
- потенційну шкоду культурі, яку завдають деякі гербіциди.

Засвоєння елементів живлення рослинами відбувається за відповідної реакції ґрунтового середовища. ***Вважають, що оптимальні значення pH для засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту такі: азоту – 6-8; фосфору – 6,25; калію і сірки – 6–8,5; кальцію і магнію – 4,5–6; бору, міді та цинку – 5–7; молібдену – 7–8,5.***

За ступенем кислотності та лужності ґрунти поділяють на десять груп.

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності (С. А. Балюк, Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко та ін., 2012)

Група	Колір на картограмі	Ступінь кислотності ґрунтів	Параметри pH	
			водного	сольового
1	Червоний	Дуже сильнокислі	< 4,5	< 4,0
2	Рожевий	Сильнокислі	4,5-5,0	4,0-4,5
3	Оранжевий	Середньокислі	5,0-5,5	4,5-5,0
4	Жовтий	Слабокислі	5,5-6,0	5,0-5,5
5	Світло-зелений	Дуже слабокислі	6,0-6,5	5,5-6,0
6	Зелений	Нейтральні	6,5-7,0	6,0-7,0
7	Голубий	Слаболужні	7,0-8,0	-
8	Синій	Середньолужні	8,0-8,5	-
9	Фіолетовий	Сильнолужні	8,5-9,0	-
10	Коричневий	Дуже сильнолужні	> 9,0	-

За логарифмічною шкалою, ґрунт із pH 6 у 10 разів кисліший, ніж із pH 7, а ґрунт із pH 5 у 100 разів кисліший, ніж із pH 7.

Відомі рідини мають такі показники pH: сік лимонний – 3, сік апельсиновий – 4, молоко – 6, чиста вода – 7, морська вода – 8, мильний розчин – 9. У чистій атмосфері без домішок опади підкислюються вуглекислим газом і pH досягає рівня 5,6– 6,0. "Кислими" вважають опади у вигляді дощу або снігу зі значенням pH < 5,6.

Карту, на якій нанесено ареали кислих ґрунтів за ступенем кислотності називають ***картограмою кислотності***. Її використовують:

- під час розробки проектів меліорації;
- нарізання полів сівозмін і планування розміщення сільськогосподарських культур;
- бонітування та оцінювання земель;
- диференціації вапнування та застосування добрив.

Для кожного виду рослин є сприятливіший для росту і розвитку інтервал реакції ґрунтового середовища. Для більшості рослин і ґрунтових мікроорганізмів оптимальною є *слабокисла і дуже слабокисла реакція ґрунтового середовища (pHсол 6–7)*. Проте відомі культури, для яких найліпшим є кисліше середовище, але вони добре ростуть за широкого інтервалу pH.

За відношенням до кислотності ґрунту, а відповідно, і за реакцією на вапнування, сільськогосподарські культури умовно поділяють на п'ять груп.

Перша група культур – це найчутливіші до кислотності ґрунту рослини, які потребують нейтральної або слаболужної реакції ґрунтового розчину (***люцерна, буркун, буряк, часник, капуста білоголова, салат, шпинат, селера, гірчиця, яблуня, вишня, слива, смородина***). Вони активно реагують на внесення вапна навіть на слабокислих ґрунтах.

Рослини-кальцієфіли (айстра степова, порізник проміжний, модрина європейська, кунжут, виноград, маслина та ін.) пристосовані до життя на ґрунтах, збагачених кальцієм, а також у місцях виходу вапняків, крейди та інших кальцієвмісних порід.

Друга група культур – потребує слабокислої та близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину. Вони добре реагують на вапнування не лише сильно- і середньокислих, а й слабокислих ґрунтів (***пшениця, кукурудза, ячмінь, соя, горох, соняшник, квасоля, боби кормові, вика, конюшина, лисохвіст, огірок, цибуля, капуста цвітна, груша, агрус***).

Третя група культур – слабкочутливі до підвищеної кислотності ґрунтового розчину (***жито, овес, просо, гречка, тимофіївка, редиска, помідор, морква, суниця***). Вони задовільно ростуть у досить широкому діапазоні pH ґрунтового розчину – від кислих до слабколужних (pH 4,5-7,5), але найкращі для їх росту ґрунти зі слабокислою і близькою до нейтральної реакцією (pH 5,5-6,0). Ці культури позитивно реагують на вапнування середньокислих ґрунтів, що пояснюється нелише зниженням кислотності, й ефектом поліпшення мінерального живлення рослин після вапнування.

Четверта група культур – потребує вапнування лише середньо- і сильнокислих ґрунтів, але погано переносить у ґрунті надлишок кальцію. Так, картопля не реагує на невелику кислотність, а льон навіть краще росте за слабкокислої реакції ґрунтового розчину.

П'ята група культур – досить стійкі до кислого середовища. Рослини- ацидофіти: ***люпин, серадела, картопля, льон, щавель, рис*** та інші ростуть на ґрунтах з pH 4,0-6,0, а оптимальним для них є pH 4,5-5,0. Вони погано ростуть на лужних і навіть нейтральних ґрунтах. Для них потреба у вапнуванні виникає лише на дуже сильнокислих ґрунтах. Наявність катіонів кальцію в ґрунтовому розчині знижує схожість насіння цих культур і негативно впливає на їх початковий ріст.

Деякі рослини потребують особливо кислих умов для росту (чорниця, рододендрони, каштани). Тому в деяких випадках може з'явитися необхідність у зниженні pH ґрунту. Наприклад, щоб поліпшити ріст чорниці необхідний pH ґрунту 5 і нижче. Показник pH можна знизити за допомогою елементарної сірки.

Негативна дія кислотності ґрунту на рослини складається з ***прямої дії підвищеної концентрації іонів водню і багатьох побічних чинників***. ***Прямим*** її наслідком є погіршення розвитку кореневої системи та її вбирної здатності. *Особливо чутливі рослини до підвищеної кислотності ґрунту на початку росту. Погіршується ріст і галуження кореневої системи, фізико-хімічний стан плазми клітин кореня, знижується їх проникність, тому погіршується поглинання рослинами поживних речовин ґрунту і добрив*.

За високої кислотності розчину іони водню, проникаючи у великій кількості в тканини рослин, підкислюють клітинний сік. Це гальмує біохімічні процеси в рослині. Кисла реакція ослаблює синтез білкових речовин, у рослинах зменшується вміст загального азоту, а кількість небілкового азоту збільшується; пригнічується перетворення моноцукрів на складні органічні сполуки. Кисла реакція негативно впливає на закладання генеративних органів.

Побічна токсична дія кислотності ґрунту багатостороння. ***Кислі ґрунти мають гірші властивості (фізичні, фізико-хімічні, структуру, ємність поглинання, буферність), знижується діяльність корисних ґрунтових мікроорганізмів, зокрема азотфіксувальних, мінералізація органічних речовин, що зменшує доступність для рослин елементів живлення***.

За підвищеної кислотності ґрунту збільшується рухливість у ньому алюмінію, заліза, мангану. До високої концентрації в ґрунтовому розчині алюмінію особливо чутливі конюшина, люцерна, жито і пшениця (під час перезимівлі), ячмінь, горох, буряк, льон, гречка. Вони пригнічуються вже за вмісту алюмінію 20-30 мг/кг ґрунту. При цьому також погіршується фосфорне живлення рослин. Це пояснюється зв'язуванням доступних фосфатів алюмінієм і залізом у нерозчинні та важкорозчинні оксиди.

Отже, для отримання високих урожаїв і підвищення ефективності добрив потрібно проводити ***вапнування кислих ґрунтів***, у тому числі й чорноземів. Декальцинація чорноземів, особливо орного шару, є результатом періодичного промивання верхньої частини профілю і різко від'ємного балансу кальцію в землеробстві.

2.Значення кальцію і магнію для ґрунту і живлення рослин

Вапнування – внесення в ґрунт кальцію і магнію у вигляді карбонатів, оксидів або гідрокарбонатів для нейтралізації його кислотності. Це основний і найрадикальніший прийом поліпшення властивостей кислих ґрунтів.

Позитивна дія вапна полягає у:

- нейтралізації ґрунтової кислотності й заміщенні поглинених іонів водню іонами кальцію і магнію меліоранту;
- створенні оптимальних фізичних, водно-фізичних та інших умов життя культурних рослин;
- поліпшенні азотного режиму ґрунту внаслідок активізації діяльності корисних мікроорганізмів, особливо азотфіксувальних і нітрифікувальних бактерій;
- забезпеченні живлення рослин кальцієм і магнієм;
- запобіганні виникненню мікробного токсикозу при застосуванні мінеральних добрив;
- поліпшенні умов життєдіяльності дощових черв'яків, які сприяють аерації, фільтрації й утворенню водостійких агрегатів;
- перешкоджанні надходженню в рослини важких металів і радіонуклідів;
- стимуляції розвитку корисних мікроорганізмів, які мають важливе агрономічне значення;
- сприянні процесам знешкодження решток біоцидів (пестицидів, гербіцидів, фунгіцидів тощо);
- підвищенні ефективності внесення добрив та якості отримуваної продукції.

У ґрунтах кальцій буває у формі деяких мінералів (доломіт, кальцит та ін.) і різних солей. ***Водорозчинні солі кальцію*** утворюють у ґрунтовому розчині іони Ca^{2+}, які є доступними для рослин. Частина кальцію зв'язується ГВК. ***Нестача кальцію в ґрунті призводить до уповільнення поглинання рослинами калію й бору, тому на вапнованих ґрунтах насамперед спостерігається їх калійне і борне голодування.***

На ділянках, де є лужний (вапняковий) підорний шар, (і якщо дозволяє гумусовий підорний шар ґрунту) методом глибокої оранки можна підвищити показник pH (***самовапнування***).

Вапняні матеріали взаємодіють з ґрунтом за двома механізмами:

1) поступовий перехід основ у ґрунтовий розчин із наступною реакцією з ГВК;

2) контактний обмін поверхневих часточок вапна і ґрунту, при цьому не зачіпаються внутрішні шари гранул; значення цього процесу неістотне.

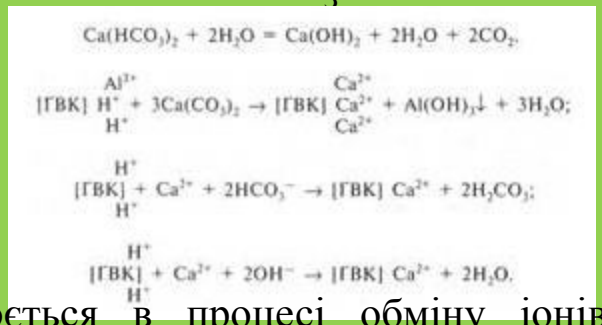
Усі форми вапнякових матеріалів за розчинністю можна розмістити в такий спадаючий ряд:

оксиди > карбонати > силікати кальцію

Внесене у ґрунт вапно взаємодіє з вугільною кислотою ґрунтового розчину і нейтралізує її. При цьому нерозчинний у воді карбонат кальцію поступово перетворюється на гідрокарбонат кальцію (або магнію), який набагато краще розчиняється у воді та сприяє надходженню іонів кальцію в ґрунтовий розчин:

$$\mathbf{CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2}$$

Гідрокарбонат кальцію дисоціює на іони Ca^{2+} і HCO_3 – та частково зазнає гідролізу:

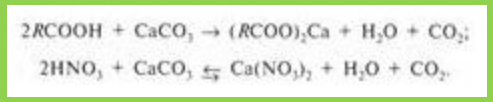


Вугільна кислота, що утворюється в процесі обміну іонів водню ҐВК на іони кальцію, нейтралізується вапном з утворенням гідрокарбонату кальцію, який знову вступає у відповідні реакції:

$$\mathbf{CaCO_3 + H_2CO_3 = Ca(HCO_3)_2}$$

Внаслідок цих реакцій у ґрунтовому розчині збільшується концентрація іонів Ca2+ і OH-, причому іони Ca2+ витісняють іони H+ з ГВК та нейтралізують кислотність ґрунту.

Карбонати кальцію і магнію також безпосередньо взаємодіють з органічними та мінеральними кислотами і нейтралізують їх:



Отже, після внесення у кислий ґрунт повної норми вапна усувається ***активна й обмінна кислотність***, значно знижується гідролітична кислотність. ***Вважають, що найсприятливіші умови для росту і розвитку більшості культурних рослин і засвоєння ними елементів живлення складаються за pH ґрунтового середовища близького до нейтрального і нейтрального, тобто від 5,5 до 7,0***.

Ступінь взаємодії між обмінним кальцієм і кислотністю ґрунту оцінюють *вапняним потенціалом*, який визначають як ***зміну вільної енергії Гіббса*** в процесі реакції обміну між катіонами кальцію та водню в системі ґрунтовий вбирний комплекс – рідка фаза ґрунту і записують як **pH – 0,5pCa**.

Максимальна дія вапна на зміщення показника pH ґрунту досягається у перші 2 роки. Впродовж наступних 5 років знову відбувається поступове підкислення ґрунту і втрачається до 30 % досягнутого рівня нейтралізації. Через 7–8 років втрати досягають 50 % отриманого в перші 2 роки рівня pH. У зв'язку з цим перспективним є створення вапнувальних матеріалів пролонгованої дії, що пов'язано з вмістом широкого спектра часточок різного діаметра. *Сировиною можуть бути, наприклад, відходи щебеневого виробництва. Застосування таких матеріалів дасть змогу підтримувати постійний рівень реакції ґрунтового середовища впродовж тривалого часу*.

Перехід кальцію і магнію в ҐВК триває більш як 3 роки і залежить від *кількості опадів, хімічного складу меліорантів, дози їх внесення, щільності складення, тонини помелу, рівномірності розподілу в ґрунті, застосовуваних добрив, мікробіологічної активності ґрунтів і т. д*.

Хімічна активність вапнякових матеріалів великою мірою визначається розміром фракцій, з яких вони складаються, тобто тониною помелу або сумою поверхні їх часточок. Певне значення при цьому має *щільність їх складення*. Проте зі збільшенням дози меліоранту вплив тонини помелу знижується.

Структура кислотності провапнованих ґрунтів значно відрізняється від невапнованих: за однакових значень pH у провапнованих повною нормою ґрунтах тривалий час на дуже низькому рівні знаходяться обмінна кислотність і вміст рухомого алюмінію за високого ступеня насиченості ґрунту основами. Внесення повної норми вапна на кислих суглинкових і особливо важкосуглинкових ґрунтах іноді може бути недостатнім для досягнення оптимального значення pH.

На динаміку рівня і структуру кислотності ґрунту впливають також *форми вапняних добрив*. Так, на дерново-підзолистому ґрунті максимальна дія вапнякового борошна на його агрохімічні показники виявляється на 2–3-й рік, а доломітового борошна – на 5–6-й рік. Слід зазначити, що чим виший рівень pH, досягнутий після вапнування (особливо за pH >6), тим швидше відбувається наступне підкислення ґрунту, що зумовлено збільшенням втрат кальцію і магнію у разі внесенні високих норм меліоранта. Тому вапнування високими нормами неефективне та екологічно шкідливе, оскільки призводить до посилення втрат кальцію, магнію та інших елементів живлення внаслідок вимивання. Перевапновані (завапновані) ґрунти без урахування їхніх кислотно-основних буферних властивостей мають підвищену лужність. Це пригнічує ацидофільні рослини і призводить до непродуктивних витрат добрив, дефіциту рухомих форм мікроелементів тощо.

Екологічно небезпечними наслідками перевапнування кислих ґрунтів є:

- посилення процесів мінералізації органічних речовин;
- інтенсифікація процесів вимивання нітратів, кальцію і водорозчинних органічних речовин у підґрунтові води, емісія газоподібних сполук вуглецю й азоту в атмосферу;
- різке зміщення кислотно-основної рівноваги малобуферних ґрунтів несприятливе для вирощування традиційних для зони культур (люпину, жита, льону, картоплі тощо); знижується стійкість цих культур до хвороб;
- перевапнування нерідко є причиною виникнення дефіциту для рослин низки мікроелементів (міді, цинку, кобальту та ін.) через їх трансформацію в малодоступні для рослин форми та антагоністичний взаємовплив.

Післядія явища перевапнування кислих ґрунтів може тривати 2–3 і більше років.

Поряд зі зниженням кислотності, вапнування підвищує вміст кальцію в ґрунтовому розчині та ступінь насиченості ґрунту основами, впливає на інші властивості ґрунту.

Кальцій, внесений з меліорантом сприяє:

- утворенню ґрунтових колоїдів,
- поліпшенню структури ґрунту,
- підвищує його водостійкість.

Після вапнування поліпшуються водний і повітряний режими ґрунту та обробіток важких ґрунтів після дощу, на поверхні рідше утворюється кірка, посилюється життєдіяльність мікроорганізмів і мобілізація ними азоту, фосфору та інших елементів живлення з органічних речовин ґрунту. Вапнування сприяє розвитку азотфіксувальних бактерій (вільноіснуючих і бульбочкових). Крім того пригнічуються шкідливі мікроорганізми та знижується зараженість сільськогосподарських культур різними хворобами: капусти та інших капустяних – килою; картоплі й помідора – фітофторозом; ячменю – гельмінтоспорозом; коренеплодів – коренеїдом. Проте слід пам'ятати, що високі норми вапна можуть спричинити посилений розвиток деяких шкідливих мікроорганізмів, наприклад збудників парші картоплі, фузаріозу льону тощо.

Після вапнування ґрунтів поліпшується живлення рослин ***фосфором***. Під дією вапна важкорозчинні фосфати алюмінію і заліза переходять у доступніші для рослин фосфати кальцію, посилюється життєдіяльність мікроорганізмів, які мінералізують органічні сполуки фосфору. ***Калій*** важкорозчинних мінералів інтенсивніше перетворюється на рухомі сполуки, а поглинений ґрунтом – витісняється в розчин, але засвоєння його рослинами внаслідок антагонізму між катіонами K^+ і Ca^{2+} не збільшується.

Вапнування впливає на рухливість та доступність для рослин мікроелементів. Сполуки молібдену переходять у більш засвоювані форми, а рухливість сполук бору, міді, цинку і мангану, навпаки, зменшується й рослини можуть відчувати їх нестачу. Тому на провапнованих ґрунтах ефективним є застосування мікродобрив, особливо під чутливі до них культури – буряк, конюшину, люцерну, льон, картоплю, гречку, цибулю та ін.

Збільшення pH ґрунту на 1,5-2,0 одиниці знижує рухливість кадмію у 4-8 разів, свинцю – в 3–6 разів, а рівень pH, що забезпечує найнижчу розчинність важких металів дорівнює 6,5. Внесення вапна в дозі 5 т/га знімає фітотоксичний ефект (здатність ґрунту пригнічувати ріст і розвиток рослин) (М. М. Овчаренко, 1995).

Внесені вапняні добрива збагачують ґрунт кальцієм, а в разі застосування доломітового борошна – і магнієм, що дуже важливо для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зокрема тих, які засвоюють великі кількості цих елементів.

Найбільше кальцію втрачається з ґрунту внаслідок вимивання. На різних за складом ґрунтах залежно від культур, норм і форм вапняних та мінеральних добрив із ґрунту за рік може бути вимито від кількох десятків до 200–400 кг/га і більше кальцію. Максимальні його втрати спостерігаються на чистих парах, а під посівами знижуються, досягаючи мінімуму під багаторічними культурами суцільної сівби. За інших однакових умов кальцій в 1,5–2 і більше разів вимивається з легких за гранулометричним складом ґрунтів порівняно із важкими. Втрати також зростають у разі внесення високих норм фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Порівняно з кальцієм, вміст **магнію** в ґрунтах менший. ***У ґрунті магній міститься у трьох формах: у вигляді мінералів (олівін, біотит та ін.), солей (частина у вигляді карбонатів і фосфатів), а також у ґрунтовому розчині у вигляді іонів.*** ҐВК іони магнію майже не зв'язує. Підвищений вміст магнію характерний для глинистих ґрунтів.

Вміст рухомих сполук магнію (MgO) в ґрунті різного гранулометричного складу (В. В. Прокоте в та ін., 1987), мг/кг

Вміст	Грунт					
	супіщаний		суглинистий		глинистий	
	1	2	1	2	1	2
Низький	< 25	< 50	< 35	< 80	< 70	< 120
Середній	25-50	50-80	35-70	80-120	70-120	120-220
Високий	> 50	> 80	> 70	> 120	> 120	> 220

Надійним показником, за яким можна визначати необхідність застосування магнієвих добрив є кількість витісненого з ґрунту 0,025 н розчином CaC12 магнію, який добре відображає його вміст у рослинах. На практиці для визначення доступності рослинам магнію широко застосовують також витяжку 1 н KCl.

Особливо бідні на магній сильноопідзолені кислі ґрунти легкого гранулометричного складу. Тому застосування на них магнієвмісних добрив значно підвищує продуктивність культур.

Кальцій потрібний для нормального росту надземних органів і кореневої системи рослин. У рослини він надходить упродовж усього періоду активного росту. Потрапивши в рослину, іони кальцію перебувають у ній у вільному стані, частина їх взаємодіє з органічними речовинами.

Кальцій:

- підвищує жаростійкість рослин,
- усуває токсичну дію деяких мікроелементів (міді, заліза, цинку),
- сприяє кращому транспортуванню вуглеводів і білкових речовин, синтезу хлорофілу, росту коренів.

Дефіцит кальцію затримує ріст листків, їх жилки буріють (провідні пучки забиваються бурими продуктами розкладання клітковини), на них спочатку з'являються світло-жовті плями (хлоротичність), потім вони відмирають. При цьому листки, які утворилися раніше, не відчувають його нестачі й залишаються нормальними: вони містять кальцію більше, ніж молоді листки, оскільки рослини не можуть його перерозподіляти.

Вміст **магнію** в рослинах становить 0,01–3,0 % в перерахунку на суху речовину. Магнію, як і фосфору, найбільше міститься в молодих органах рослин і в насінні. Він засвоюються лише у формі іонів $Mg2+$. Інтенсивність поглинання магнію залежить від концентрації іонів кальцію в ґрунтовому розчині. Рослини можуть відчувати нестачу магнію навіть за високого його вмісті в ґрунті, якщо співвідношення Ca : Mg в ґрунтовому розчині перевищує 11.

Магній, на відміну від кальцію, рухоміший і може перерозподілятися рослиною: зі старих листків він надходить у молоді, а після цвітіння – з листків потрапляє в насіння. *Нестача* магнію більшою мірою впливає на розвиток репродуктивних органів рослин – насіння, бульби, коренеплоди.

Істотний вплив на живлення рослин магнієм має іонний склад ґрунтового розчину. За значної переваги одного або кількох іонів – калію, амонію, натрію, кальцію – надходження магнію в рослини ослаблюється. Накопичення в ґрунтовому розчині алюмінію і мангану внаслідок кислої реакції ґрунту також ослаблює засвоєння магнію, а поліпшення живлення рослин нітратним азотом, навпаки – посилює. Потреба рослин у магнії збільшується з підвищенням норм мінеральних добрив.

Вапнування ґрунту :

✓пришвидшує процес нітрифікації амонійного азоту,

✓знижує активність алюмінію і мангану, що сприяє поліпшенню магнієвого живлення рослин, але повністю не знімає питання забезпечення ним рослин на ґрунтах з недостатньою кількістю його рухомих сполук.

Магній:

➢входить до складу молекул хлорофілу (до 15–20 % його вмісту в рослині), фітину, пектинових речовин,

➢бере участь у переміщенні фосфору, активує деякі ферменти,

➢пришвидшує синтез вуглеводів.

За дефіциту магнію листки стають блідими, на старих листках часто з'являються плями. Пізніше на листки рослин між жилками з'являються бурі плями, тоді як жилки залишаються зеленими. Ознаки нестачі магнію часто проявляються на овочевих культурах (баклажан, огірок, помідор, перець), яблуні, винограді. За *надлишку магнію* у живленні рослин затримується цвітіння, а самі квітки забарвлені менш інтенсивно.

Господарське винесення магнію (MgO) залежно від культури коливається від 10 до 100 кг/га. Найбільше його виносять картопля, буряк, тютюн, зернобобові культури і багаторічні трави. Чутливі до нестачі магнію кукурудза і просо, але найчутливіші – зернові колосові культури, зокрема овес і жито озиме. Значних кількостей магнію потребує ріпак.

Потреба в магнії за ротацію сівозміни залежить від набору культур і змінюється в широких межах. На ґрунтах легкого гранулометричного складу вона може сягати 100-250 кг/га. При збільшенні в структурі сівозміни таких культур, як зернобобові, картопля й овочі, винесення магнію з ґрунту підвищується. Оптимальна одноразова норма внесення магнію становить 50–100 кг/га MgO. При розрахунку норм внесення магнієвих добрив слід враховувати повернення магнію з органічними добривами. Вміст магнію в гною становить 0,08, а в гноївці – 0,05 %.

Оскільки магній і калій є антагоністами, то надмірне внесення калійних добрив може спричинити нестачу магнію. Потрапивши в ґрунтовий розчин, іони магнію сильно гідратуються, тому слабко поглинаються ґрунтом і легко вимиваються атмосферними опадами. У зв'язку з цим на відміну від калію він легко вимивається з ґрунту, його щорічні втрати можуть досягати 20-40 кг/га. Вищими вони бувають у вологі роки і на ґрунтах легкого гранулометричного складу, а також у разі інтенсивного застосування мінеральних добрив. *Наприклад, при внесенні калію хлористого збільшуються втрати магнію в результаті вимивання*. Проте його вимивання різко зменшується при заміні суперфосфату гранульованого на суперфосфат подвійний, що пов'язано з відсутністю в останньому гіпсу. Загальний баланс магнію в ґрунті від'ємний. На ґрунтах легкого гранулометричного складу, збіднених на магній, рослини часто відчувають його нестачу.

Дефіцит магнію зумовлений зменшенням обсягів застосування органічних і низькоконцентрованих мінеральних добрив, зведенням до мінімуму вапнування ґрунтів. На деяких ґрунтах потреба рослин у магнії більша, ніж у фосфорі.

Магній впливає на ріст рослин, тому він найпотрібніший у молодому їх віці, тому його слід вносити в основне удобрення. Цей елемент також добре засвоюється через листки, у 10–15 разів швидше, ніж калій або фосфор. Як магнієві добрива застосовують: магнезит – містить до 45 % MgO, доломітове борошно – 18–20, оксид магнію (палена магнезія) – 75–87, дуніт – 41–47, кізерит – до ЗО, епсоміт – до 14, каїніт – до 10, лангбейніт – до 19, карналіт – до 14, магній амонійфосфат – 21, калімагнезія – 8, кал і маг – 8–9, борно-магнієве добриво – до 20 % MgO. За винятком магнезиту й доломіту всі інші магнієві добрива розчинні у воді.

Якщо для зернових культур недостатньо магнію, його вносять позакоренево у фазу кущіння й наприкінці фази виходу в трубку у вигляді розчину сульфату магнію. Доцільніше його вносити разом із карбамідом і мікроелементами.

3.Визначення потреби, норм і місця проведення вапнування в агроценозах

Ефективність вапнування залежить від рівня кислотності ґрунту: чим вищий рівень кислотності, тим гостріша потреба у внесенні вапняних добрив і більша віддача від їх використання. Тому перевіряти pH ґрунту потрібно постійно.

Про кислу реакцію середовища свідчать деякі зовнішні ознаки. Кислі сильнопідзолисті ґрунти мають чітко виражений горизонт – 10 см і більше. На підвищену кислотність ґрунту вказують також поганий ріст і розрідження (самовипадання) посівів конюшини, люцерни, буряку, пшениці озимої після перезимівлі, активний розвиток таких стійких до кислотності бур'янів і диких рослин, як щавель, осока, жабрій, жовтець повзучий, щучник, багно, ситник, верес, хвощ польовий та ін. Якщо в польових лісосмугах добре ростуть дуб, бук, біла акація, шипшина, то такі ґрунти вапнування не потребують. *Велика кількість лободи і кропиви вказує на те, що ґрунт не лише нейтральний, а й багатий на елементи живлення.*

Проте рівень кислотності ґрунту і потребу його у вапнуванні в агроценозах, сівозмінах точніше визначають за комплексом агрохімічних показників (обмінної і гідролітичної кислотності, ступеня насиченості ґрунту основами, вмістом органічних речовин, рухомих сполук алюмінію й мангану) з урахуванням гранулометричного складу ґрунту та біологічних особливостей вирощуваних культур, оскільки за pH ґрунту > 6,0 значно збільшуються втрати кальцію внаслідок вимивання. Потрібно також врахувати, що більшість ґрунтів України сильнокислі від природи і перевапновувати їх недоцільно.

За кислотністю та потребою у вапнуванні ґрунти поділено на чотири групи.

За ступенем насиченості ґрунту основами (10 додатково уточнюють його потребу у вапнуванні: сильна – V < 50 %; середня – V – 50...70; мала – V = 70...80; потреби у вапнуванні немає – V > 80 %.

Таблиця 4.8. Потреба ґрунтів у вапнуванні залежно від pHсол (за Т. О. Грінченком)

Кислотність ґрунту	pH сольове	Потреба ґрунту у вапнуванні
Дуже сильна	< 4,5	Першочергове вапнування в усіх типах сівозмін
Середня	4,6-5,0	Першочергове вапнування в овочевих і кормових сівозмінах на супіщаних та суглинкових ґрунтах; середня потреба у польових сівозмінах на піщаних ґрунтах
Слабка	5,1-5,5	Вапнування супіщаних і суглинкових відмін, зокрема в кормових, овочевих сівозмінах та в сівозмінах із травами. В останню чергу вапнують піщані й глинисто-піщані ґрунти
Близька до нейтральної	5,6-6,0	Вибіркове вапнування супіщаних і суглинкових ґрунтів, насамперед у сівозмінах із вибагливими до вапна культурами. Не потребують вапнування ґрунти з pHсол > 6,5 незалежно від їх поширення

За наявності даних про вміст у ґрунті рухомих сполук алюмінію і мангану потребу у вапнуванні уточнюють також і за цими показниками.

Відомості про агрохімічні показники, які визначають потребу ґрунту у вапнуванні, вміщено в ґрунтових та агрохімічних картах (картограмах) і паспортах полів, які на замовлення землекористувача періодично оновлює агрохімічна служба.

Основне вапнування проводять на сильно кислих ґрунтах, підтримувальне, розраховане на компенсацію підкислювальних чинників, на ґрунтах з відносно сприятливим рівнем кислотності з урахуванням типу сівозмін і насиченості їх ***кальцієфобними і кальцієфільними*** культурами.

Для визначення місця внесення вапна в сівозміні потрібно враховувати: чутливість вирощуваних культур до кислотності ґрунту; період часу від внесення до прояву максимальної нейтралізуючої здатності певної форми вапняного добрива; організаційно-технічні можливості своєчасного та якісного проведення робіт з вапнування.

У сівозмінах з високою насиченістю льоном, картоплею і люпином вапнування слід проводити за pHсол 5,5 і нижче (на піщаних ґрунтах – 5,2 і нижче). Рекомендується вносити вапно безпосередньо під ці культури або за чотири і більше років до їх сівби чи садіння.

Повторне вапнування ґрунту після внесення повної норми вапна проводять через 8-10 років або один раз за ротацію сівозміни. У разі внесення половинних його норм вапнування повторюють через 4–5 років. Крім того, невеликі кількості вапна застосовують у суміші з мінеральними добривами для нейтралізації їх потенційної кислотності. Цей захід заважає підкисленню ґрунту і значно підвищує ефективність добрив. Підраховано, що для нейтралізації 1 т мінеральних добрив потрібні такі кількості вапна, т: для сульфату амонію – 1,2, амонію хлористого – 1,4, аміачної селітри – 0,75, аміаку безводного – 1,5, аміачної води – 0,5, карбаміду – 0,8, суперфосфату гранульованого – 0,1, калію хлористого – 0,15.

Для проведення вапнування важливо встановити оптимальну норму вапна з урахуванням особливостей ґрунту та вирощуваних культур. Серед багатьох існуючих нині методів розрахунку в Україні найпоширеніший розрахунок норми CaCO3 (чистого тонкорозмеленого і сухого, т/га) за результатами визначення гідролітичної кислотності за методом Каппена:

$$H_{CaCO_3} = \frac{H_t \cdot 50 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^9} = H_t \cdot 1{,}5,$$

де Нт – гідролітична кислотність, ммоль; 50 – кількість мг CaC03, необхідних для нейтралізації 1 ммоль Н+; 10 – перевідний коефіцієнт 100 г ґрунту в кілограми; 3 • 106 – маса орного шару ґрунту, кг/га; 1 • 109 – перевідний коефіцієнт міліграмів у тонни.

Норму вапняних добрив у фізичній масі (Нфм) визначають, виходячи із вмісту карбонатів (діючої речовини вапняних добрив), а також їх вологості і гранулометричного складу.

Оскільки сільськогосподарські культури по-різному відносяться до реакції ґрунтового розчину, вапно у ґрунт вносять з таким розрахунком, щоб його максимальна дія виявлялася на культурах першої і другої груп та меншою мірою – на культурах третьої і четвертої груп. У Лісостепу вапно найліпше вносити під попередники тих культур, які добре реагують на проведене вапнування. Практики віддають перевагу внесенню високої норми вапна в два строки (два роки підряд) для забезпечення високої рівномірності розподілу добрив як по поверхні поля, так і по профілю орного шару ґрунту. Це давало змогу на другий рік після їх внесення досягти оптимальної кислотності без імовірного перевапнування окремих ділянок поля.

4.Хімічні меліоранти кислих ґрунтів

Хімічні меліоранти кислих ґрунтів поділяють на три групи:

- промислового виробництва (отримують розмелюванням твердих карбонатних порід, наприклад вапнякове і доломітове борошно);
- відходи промисловості з високим умістом вапна (металургійні шлаки, цементний пил, дефекат, сланцева зола та ін.);
- місцеві меліоранти з пухких (легких) карбонатних порід (туф, гажа, мергель та ін.), які зазвичай не потребують розмелювання.

Якість вапнувального матеріалу оцінюють не лише за вмістом сполук, які нейтралізують кислотність ґрунту, а й за тониною (тонкістю) помелу. *Чим тонший помел добрива, тим швидше і повніше воно взаємодіє з ґрунтом та швидше нейтралізує кислотність ґрунту*. Кожна часточка вапна діє на ґрунт у радіусі 2 мм, тому збільшення кількості часточок подрібненням і ліпший їх просторовий розподіл у ґрунті підвищує рівень реакції вапнувального матеріалу.

Тверді карбонатні породи залежно від вмісту кальцію і магнію називають **вапняками** (50–55 % CaO і до 1 % MgO), доломітизованими вапняками (40–55 % CaO і до 9 % MgO) та доломітами (25–32 % CaO і до 14–20 % MgO). ***За вмісту до 5 % домішок (глина, пісок та ін.) породу називають чистою***.

Найм'якішою із твердих порід є **крейда** (CaC03), яка містить до 55 % CaO і до 0,6 % MgO. Це осадова тонкозерниста гірська порода білого кольору. Складається в основному з карбонату кальцію з незначною домішкою піску та глини. Вона легко розмелюється, тому трохи ефективніша порівняно із вапняком, особливо у перший рік внесення.

Вапняне борошно отримують розмелюванням вапняків. У воді воно важкорозчинне, тому ефективність його значно залежить від тонини помелу. Вапняне борошно має містити карбонатів кальцію і магнію в перерахунку на $CaCO_3$ не менш як 85 %; вологість – не менш як 2 %; вміст часточок розміром 0,25 мм – не менш як 60 %; понад 1 мм – не більш як 10 %. За дією на властивості ґрунту і врожай сільськогосподарських культур на ґрунтах, добре забезпечених магнієм, воно наближається до доломітового борошна.

Доломітове борошно отримують розмелюванням доломіту (суміш $CaCO_3$ + + $MgCO_3$ з CaO + MgO), який має містити карбонатів кальцію і магнію в перерахунку на $CaCO_3$ – 80–110 %. Сірого або темно сірого кольору, належать до твердих вапнякових матеріалів. Якщо в карбонатній породі мінералу доломіту міститься 50–90 %, то її називають вапнистим доломітом, за меншого вмісту доломіту – доломітизованим вапняком. Меліоративна дія висока. Особливо ефективне доломітове борошно на бідних на магній піщаних і супіщаних ґрунтах. При внесенні повної норми доломітового борошна негативний вплив вапнування на картоплю і льон відсутній або значно менший, ніж при внесенні повної норми інших вапняних меліорантів.

Палене і гашене вапно. У результаті випалювання твердих вапняних порід добувають палене вапно, основою якого є оксиди кальцію і магнію.

За тривалого відкритого зберігання палене вапно взаємодіє з вологою й утворює гідроксид – гашене вапно:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2.$$

Гашене вапно як відхід виробництва отримують на вапняних заводах та під час виробництва хлорного вапна. За нейтралізуючою здатністю 1 т гашеного вапна еквівалентна 1,35 т $CaCO_3$.

Розчинність гашеного вапна $Ca(OH)_2$ у 100 разів більша, ніж $CaCO_3$, тому це швидкодійне вапняне добриво найліпше використовувати для вапнування глинистих і важкосуглинкових ґрунтів. Вносять його за два тижні до сівби сільськогосподарських культур. Унаслідок швидшого вимивання кальцію післядія гашеного вапна менша, ніж вапняного борошна.

Дефекат – відходи цукрових заводів після перероблення коренеплодів буряку цукрового. Порошок сірого кольору, розсипчастий, розчинність у воді менша ніж гіпсу, але більш як крейди. Сухий дефекат вологістю не більше ніж 20 % містить 60–75 $CaCO_3$, 10–15 – органічних речовин, 0,2-0,7 – N, 0,2-0,9 – P_2O_5, 0,3-1,0 % K_2O та інші елементи живлення. Тому за ефективністю для всіх культур дефекат значно переважає вапняне борошно. Дефекат ефективний на ґрунтах з гідролітичною кислотністю не менш як 2 моль/кг ґрунту.

Серед відходів промислових підприємств для вапнування кислих ґрунтів також можна використовувати перелічені нижче.

Металургійні шлаки – мартенівські, доменні й електроплавильні крім кальцію містять магній, сірку, фосфор, манган та інші елементи живлення, тому вони ефективніші, ніж вапняне борошно.

Цементний пил – відходи цементних заводів. Порошок темно-сірого або сірого кольору, який вловлюється електрофільтрами в процесі виготовлення цементу. Дуже пилить. Містить 45-48 % CaO і 10-15 % K_2O. Кальцій міститься у формі оксиду, гіпсу, півтораоксидів, калій – у формі карбонатів, гідрокарбонатів, сульфатів і силікатів.

Флотаційні відходи – відходи промислового добування сірки. Містять близько 80 % $CaCO_3$ і 8-12 % сірки, тому ефективні на бідних на сірку ґрунтах.

Зола сланців утворюється під час факельного спалювання розмелених горючих сланців на електростанціях.

Зола кам'яного вугілля утворюється під час спалювання вугілля на теплових електростанціях.

Зола торфу утворюється в результаті використання торфу на паливо. Нейтралізуюча здатність 30-35 %. Часто застосовують як калійне добриво під картоплю та інші культури, які негативно реагують на вміст у добриві хлору.

Доломітовий пил утворюється в процесі випалювання доломітів. Нейтралізуюча здатність в 1,5 раза вища, ніж карбонату кальцію.

Дунітове борошно – залишок після збагачення платинової руди. Містить 40-50 % MgO.

Газове вапно утворюється на газових заводах. Нейтралізуюча здатність до 70 %.

Содове вапно $CaC0_3 + CaC_{12}$ – відходи содових заводів. Порошок білого кольору, містить до 50 % CaO і MgO. Після висушування розсипчастий, не потребує додаткового подрібнення.

Підзол – відходи шкіряного виробництва. Нейтралізуюча здатність до 60 %.

Відходи целюлозно-паперового виробництва – містять до 50 % CaO і MgO.

Карбідне вапно – відходи виробництва ацетилену з карбіду кальцію. Нейтралізуюча здатність 140%.

Місцеві вапняні добрива – пухкі (м'які) карбонатні породи, які не потребують розмелювання. Вони швидше діють, тому ефективніші, за мелені вапняки. До них належать вапняні туфи, гажа, мергелі, торфотуфи, природне доломітове борошно.

Вапняний туф (джерельне вапно) – пухка, добре розсипчаста порода сірого кольору, що містить 70–90% $CaC0_3$ з органічними і мінеральними домішками. Трапляється у знижених елементах рельєфу – долинах, балках, ярах у місцях виходу на поверхню джерел. Перед внесенням туфу породу просіюють, а великі грудки подрібнюють.

Гажа (озерне вапно) утворюється після висихання озер, що заповнювалися багатими на карбонати водами, або після очищення дна існуючих водойм. При вивезенні на поля потребує підсушування або проморожування, після чого легко розсипається на дрібні часточки (<0,25 мм). Часто ефективніше за вапняне борошно.

Мергель – містить 25-50% $CaCO_3$, до 2 – $MgCO_3$ та 25% домішок глини, піску та ін. Тонкозерниста, землиста, щільна або сланцювата осадова гірська порода. Колір сірий, зеленкуватий, жовтий або бурий. Після провітрювання, висихання та промерзання стає розсипчастим і добре розтирається в порошок. Щільний мергель доцільно вивозити на поля взимку для проморожування, що сприяє його подрібненню. За ефективністю не поступається вапняному борошну.

Торфотуфи (торфогажа, карбонатизований торф) – багаті на вапно (містять 10–20, іноді 50% $CaCO_3$) низинні торфи. Добриво-меліорант, найбільш придатне для бідних на органічні речовини ґрунтів, які знаходяться неподалік від місця його покладів.

Природне доломітове борошно – пухка вапняно-борошниста маса із вмістом близько 80% карбонатів кальцію і магнію. За впливом на властивості ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур, особливо на слабозабезпечених магнієм ґрунтах, наближається до доломітового борошна, але енерговитрати на його виробництво на 40% нижчі порівняно з доломітовим борошном. Це добриво має також деякі екологічні переваги – знижується запиленість повітря та втрати кальцію і магнію від вимивання. Тому його можна вносити відцентровими розкидачами мінеральних добрив. Вміст магнію робить це вапняне добриво ціннішим для застосування на легких за гранулометричним складом ґрунтах при вирощуванні картоплі, коренеплодів, льону і багаторічних трав.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

ЛЕКЦІЯ № 5

ТЕМА: “ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН І ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ”

fppt.com

ПЛАН

1. Ґрунтове повітря, рідка і тверда фази ґрунту як джерело елементів живлення для рослин.

2. Вбирна здатність ґрунту і її роль у формуванні родючості і застосуванні добрив. Реакція ґрунтового розчину.

3. Родючість ґрунту та її види.

fppt.com

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Агрохимия. Под ред. Б.А. Ягодина. М.: “Колос”. – 1989. – 655 с.

fppt.com

1. Ґрунтове повітря, рідка і тверда фази ґрунту як джерело елементів живлення для рослин

Внесені у грунт добрива піддаються різним перетворенням, внаслідок чого змінюється розчинність наявних у ньому поживних речовин, здатність до переміщення в грунті і доступність для рослин. Характер та інтенсивність процесів перетворення добрив у грунті залежать від властивостей добрив та грунту. У різних грунтах ці процеси відбуваються по-різному. Перетворення добрив у грунті може мати як позитивне, так і негативне значення для живлення рослин і формування майбутнього врожаю.

Добрива значною мірою впливають також на властивості грунту. Вони збагачують його поживними речовинами, змінюють реакцію грунтового розчину, інтенсивність і характер мікробіологічних процесів та інші властивості, від яких залежить родючість грунту. Отже, щоб найефективніше застосовувати добрива, треба знати властивості грунтів і поліпшувати їх, тобто підвищувати родючість.

fppt.com

Грунт – це трифазна система, до складу якої входять тверда, рідка (ґрунтовий розчин) і газоподібна (ґрунтове повітря) фази, що постійно взаємодіють між собою.

Ґрунтове повітря – важлива складова частина ґрунту, одна із факторів життя рослин. воно є джерелом кисню, необхідного для дихання коренів рослин, мікроорганізмів і ґрунтової фауни. Ґрунтове повітря містить значно більше вуглекислого газу, ніж атмосферне, і менше кисню.

Підвищений вміст вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі зумовлений тим, що корені рослин і ґрунтові мікроорганізми під час дихання використовують кисень і виділяють вуглекислий газ. Збільшення вмісту вуглекислого газу в ґрунті відбувається також внаслідок розкладання органічної речовини мікроорганізмами. У глибоких шарах ґрунту в результаті недостатнього газообміну, що зумовлюється перезволоженням або утворенням поверхневої кірки, вміст вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі може бути значно вищим, а кисню – нижчим.

У ґрунті може також змінюватись і вміст азоту. ***Зменшення*** вмісту азоту відбувається внаслідок зв'язування його азотфіксуючими мікроорганізмами та бульбочковими бактеріями, а ***збільшення*** – в результаті розкладання білків і денітрифікації азотистих сполук під дією мікроорганізмів.

При нестачі кисню:

- сповільнюються ріст коренів і наростання надземної маси рослин,
- зменшуються засвоєння рослинами води і поживних речовин, площа листків і вміст в них хлорофілу,
- одночасно різко знижується інтенсивність переміщення продуктів фотосинтезу з листків до коренів та інших органів.

Особливо негативно реагують на нестачу кисню в ґрунтовому повітрі зернобобові, картопля, ячмінь, люпин та ін.

fppt.com

Розкладання азотистих органічних речовин до аміаку відбувається в аеробних і анаеробних умовах. В ***аеробних*** умовах солі амонію окислюються до нітратів, в ***анаеробних*** нітрифікація сповільнюється і в ґрунті нагромаджуються аміачні форми азоту.

Вуглекислий газ атмосферного і ґрунтового повітря – єдине джерело вуглецю для синтезу рослинами органічних сполук. Так, при зниженні концентрації CO_2 в повітрі до 0,01% фотосинтез припиняється. Підвищення вмісту CO_2 до 1% посилює асиміляцію його рослинами, а при концентрації 5% і більше фотосинтез починає послаблюватись.

У ґрунтовому повітрі верхнього шару ґрунту міститься в середньому 0,3% вуглекислого газу. У глибших шарах вміст його підвищується до 0,5-1,5%, тобто в 50 разів перевищує нормальний його вміст в атмосфері.

За нормальних умов газообміну між атмосферним і ґрунтовим повітрям вуглекислий газ з ґрунту надходить в приґрунтовий шар атмосфери і використовується під час фотосинтезу, в результаті чого підвищується врожайність сільськогосподарських культур.

Частина вуглекислого газу ґрунтового повітря розчиняється у воді, утворюючи вугільну кислоту, яка підкислює ґрунтовий розчин. Внаслідок цього посилюється розчинення мінеральних речовин у ґрунті і елементи живлення переходять у доступніші для рослин форми. Проте висока концентрація вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі (до2-3%) для коренів рослин і більшості аеробних мікроорганізмів токсична. Отже, ґрунтове повітря є важливим фактором життя, джерелом живлення рослин за умов, якщо нормально відбувається газообмін між ним і атмосферним повітрям.

fppt.com

Рідка фаза ґрунту, або ґрунтовий розчин, містить розчинені мінеральні та органічні речовини, що циркулюють у генетичних горизонтах ґрунту. Вода, маючи властивість розчиняти солі твердої фази ґрунту і вбирати гази, що потрапляють у грунт з атмосферними опадами, утворює ґрунтовий розчин. *Найчастіше у ньому містяться катіони кальцію, магнію, натрію, амонію, калію, водню.* Дуже кислі ґрунти містять також катіони алюмінію та тривалентного заліза, а заболочені – катіони двовалентного заліза. Залізо та алюміній знаходяться в ґрунті переважно у вигляді стійких комплексів з органічними речовинами. *Рідка фаза всіх ґрунтів містить аніони* HCO_3^-, CO_3^{2-}, NO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}. Органічні речовини у ґрунтовому розчині представлені високодисперсними кислотами та їх солями, що входять до складу гумусу, амінокислотами, органічними кислотами та іншими сполуками. Отже, ґрунтовий розчин є найбільш доступним джерелом поживних речовин для рослин.

Склад і концентрація солей ґрунтового розчину залежить від багатьох факторів, зокрема від:

- інтенсивності біохімічних реакцій, що відбуваються в ґрунті,
- складу гумусу, ґрунтоутворюючих порід, гранулометричного складу, суми увібраних основ,
- наявності легкорозчинних солей,
- внесення мінеральних і органічних добрив та проведення агротехнічних заходів.

Сприятливий фізико-хімічний і гранулометричний склад та помірну концентрацію ґрунтового розчину мають чорноземи, сірі опідзолені і каштанові ґрунти. Концентрація ґрунтового розчину цих ґрунтів коливається в межах 0,5-0,2 г/л, а осмотичний тиск не перевищує 100-300 кПа.

fppt.com

Осмотичний тиск ґрунтового розчину має велике значення в житті рослин. якщо тиск його дорівнює осмотичному тиску клітинного соку або вищий за нього, то надходження води у рослини припиняється і вони гинуть. Рівень осмотичного тиску залежить від концентрації ґрунтового розчину і ступеня дисоціації речовин, що знаходяться в ньому.

Ґрунтовий розчин дерново-підзолистих ґрунтів має високу концентрацію іонів водню та алюмінію, а також містить вільні органічні кислоти, що надає йому кислої реакції. В ґрунтовому розчині засолених ґрунтів знаходяться гідрокарбонати, сульфати і хлориди натрію, кальцію, магнію. Концентрація солей може коливатись від 5 до 100 г/л і більше, а осмотичний тиск може досягатися 1-2 МПа. Ґрунтовий розчин засолених ґрунтів має підвищену лужність. Регулювання реакції ґрунтового розчину підзолистих ґрунтів здійснюють вапнуванням, а солонців – гіпсуванням, а також внесенням відповідно фізіологічно лужних і фізіологічно кислих добрив.

Тверда фаза ґрунту складається з мінеральної та органічної частин. Майже половина твердої фази припадає на кисень, 40,1% займають кремній та алюміній, і лише 10,9% припадає на решту елементів.

Азот твердої фази майже повністю перебуває в органічних сполуках. Вуглець, сірка, фосфор і водень знаходяться як в органічній, так і мінеральній частинах ґрунту. Усі інші елементи входять до складу різних мінеральних сполук.

Мінеральна частина ґрунту становить 90-99% твердої його фази. До її складу входять ґрунтові мінерали первинного і вторинного походження у вигляді кремнію, алюмінію і заліза разом з невеликою кількістю оксидів кальцію, магнію, калію та інших елементів.

fppt.com

Мінерали первинного походження – це залишки мінералів материнської породи, які ще не зруйнувалися в процесі вивітрювання (кварц, мусковіт, польовий шпат тощо). ***Мінерали вторинного походження*** утворюються в ґрунті в результаті вивітрювання порід і взаємодії між продуктами вивітрювання (силікати, оксиди кремнію, алюмінію, заліза). Крім цього, до складу мінеральної частини твердої фази ґрунту входять карбонати, фосфати, сульфати, хлориди та інші сполуки, від розчинності яких залежить концентрація ґрунтового розчину. Розчинні солі складають незначну частку ґрунту, проте вони мають велике значення для його родючості, оскільки рослинам практично доступні лише ті елементи, які входять до складу легкорозчинних у воді або слабких кислотах солей.

До легкорозчинних солей ґрунту належать гідрокарбонати кальцію $Ca(HCO_3)_2$, магнію $Mg(HCO_3)_2$, натрію $NaHCO_3$; карбонати калію і натрію; дигідрофосфати кальцію та магнію; фосфати амонію, калію, натрію; солі азотної і соляної кислот тощо. ***До важкорозчинних мінералів і солей*** відносять карбонати кальцію $CaCO_3$ і магнію $MgCO_3$; фосфати заліза та алюмінію; ортоклаз $K_2Al_2Si_6O_{16}$; фторапатит $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$; фосфат кальцію та ін.

Велике значення для фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту мають колоїди. **Колоїди** – це часточки ґрунту розміром менш як 0,0001-0,0002 мм, які мають специфічні властивості. З мінеральних колоїдів у ґрунтах найчастіше зустрічаються колоїди кремнезему $SiO_2 \cdot H_2O$, глинозему $Al(OH)_3 \cdot nH_2O$, гідроксиду заліза $Fe(OH)_3 \cdot nH_2O$, оксиду марганцю $MnO_2 \cdot nH_2O$, а також колоїди вторинних мінералів – монтморилоніту, каолініту, галуазиту та ін. ***Наявність колоїдної фракції визначає такі фізико-механічні властивості ґрунту, як липкість, твердість, здатність до набухання, гідрофільність і буферність.***

fppt.com

Органічна частина ґрунту становить 1-10% твердої його фази і на 85-90% представлена **гумусом**. До складу органічної частини входить велика кількість немінералізованих речовин (10-15%) органічних решток, а також проміжні продукти їх розкладу (вуглеводи, сполуки, що містять азот, лігнін, ліпіди, смоли, дубильні речовини, органічні кислоти, спирти, альдегіди). Специфічні гумусові речовини складаються з гумінових кислот, фульвокислот, гумінів та бітумів.

Гумінові кислоти – це високомолекулярні сполуки, що містять азот і кислоту циклічної будови. У складі гумінових кислот залежно від типу ґрунту міститься, %: С – 52-62, Н – 2,8-5,8, О – 31-39, N – 2,6-5,1. Крім того, вони містять також фосфор, сульфур, ферум, калій, кальцій та інші зольні елементи. З катіонами калію, натрію, кальцію та магнію вони утворюють солі, що називаються **гуматами**.

Гумінові кислоти:

- поліпшують живлення рослин киснем і надходження мінеральних речовин у рослин,
- активізують процеси синтезу,
- сприяють ефективному використанню всіх факторів родючості ґрунту.

Фульвокислоти містять менше вуглецю, ніж гумінові кислоти, і підвищену кількість водню. До їх складу входять, %: С – 44-55; О – 42-48; Н – 4-6; N – 2,5-5,5. Фульвокислоти відрізняються від гумінових кислот також вищим вмістом здатних до обмінних реакцій карбоксильних і гідроксильних груп, активність яких залежить від реакції середовища. Фульвокислоти перебувають у ґрунті у вільному стані, мають чітко виражену кислу реакцію і добре розчиняються у воді.

Співвідношення між гуміновими та фульвокислотами в різних ґрунтах неоднакове і є характерною ознакою для певного типу ґрунтів. Так, підзолисті ґрунти містять більше фульвокислот, ніж чорноземи, тому у складі гумусу всіх ґрунтів Степу переважають гумінові кислоти.

fppt.com

Гуміни – найбільш інертна маса ґрунту, яка переважно (на 60-70%) складається з нерозчинних у лугах гумінових кислот, що міцно зв'язані між собою та з мінеральною частиною ґрунту, особливо з глинистими мінералами. Цим і пояснюється висока інертність гумінів.

Бітуми – це сукупність жирів, високомолекулярних жирних кислот, смол і восків. Вміст їх становить 2-4% маси гумусу, а в болотних ґрунтах – 10-20%.

Близько 99% всього азоту знаходиться в органічних сполуках ґрунту. В процесі мінералізації органічні речовини під впливом ферментів, що виділяються різними мікроорганізмами, відщеплюють азот і зольні елементи, які утворюють доступні для рослин форми. Крім того, під час розкладання органічної речовини утворюється вугільна кислота, яка розчиняє багато мінеральних речовин ґрунту.

Гумус у ґрунті підвищує буферність та його вбирну здатність.

Вміст гумусу в ґрунті. Вміст органічної речовини в ґрунті визначають за наявністю в ньому гумусу, що є одночасно основним показником родючості ґрунту. Гумус – одне з головних джерел азотного та мінерального живлення рослин. Він забезпечує їх найважливішими біологічно активними речовинами, відіграє важливу роль у регулюванні фізико-механічних і водно-фізичних властивостей, у створенні оптимальних водного, повітряного і теплового режимів, регулює вплив сонячного світла на біологічну активність та родючість верхнього шарк ґрунту.

Американські вчені Л. Г. Александер і Х. Е. Мідлтон (1955(вважали, що вміст органічної речовини в ґрунті є показником його стану і фізичних умов, аналогічно тому, як температура тіла є показником фізичного стану людини.

Наявність гумусу в ґрунті визначається процентним його вмістом, а також запасами у тонах на 1 га.

fppt.com

Вміст поживних речовин у ґрунтах. Різні ґрунти мають неоднаковий склад та вміст мінеральних і органічних речовин. Тому вміст основних елементів живлення у них неоднаковий.

Загальний вміст азоту в ґрунті залежить від кількості в ньому гумусу. Багатші на органічні речовини ґрунти відрізняються і вищим вмістом фосфору. Вміст калію залежить від складу мінеральної частини ґрунту. У важких за гранулометричним складом ґрунтах його більше, ніж у легких. Валові запаси поживних речовин характеризують переважно потенціальну родючість ґрунту. Вони значно перевищують винос азоту, фосфору і калію з урожаєм однієї культури.

fppt.com

2. Вбирна здатність ґрунту і її роль у формуванні родючості і застосуванні добрив. Реакція ґрунтового розчину

Вбирна здатність ґрунту — це властивість його поглинати (затримувати в собі) іони і молекули різних речовин, гази, рідини,сольові розчини, тверді часточки. Її величина визначається кількістю та якістю колоїдів ґрунту. *Академік К. К. Гедройц* створив вчення про вбирну здатність ґрунту. ***Сукупність ґрунтових колоїдів, мулуватих часточок і частково часточок дрібного пилу разом з увібраними іонами він назвав ґрунтовим вбирним комплексом (ГВК)***. К. К. Гедройц виділив п’ять видів вбирної здатності ґрунтів: *механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну і біологічну*.

Механічна вбирна здатність зумовлена пористістю ґрунтової маси. Ґрунт затримує у своїй товщі часточки, що більші за розміри його пор. Величина механічного вбирання залежить від гранулометричного і структурного складу, складення ґрунтів.. *Завдяки механічному вбиранню утворюється мулуватий осад у заплавних і зрошуваних ґрунтах, проходить очищення стічних вод у полях фільтрації та у відстійниках, утворюється ілювіальний горизонт у ґрунтах з промивним типом водного режиму*

Фізична вбирна здатність ґрунтів означає зміну концентрації розчиненої речовини на межі розділу дисперсійного середовища і дисперсної фази. Фізичне вбирання залежить від кількості колоїдів ґрунту, що здатні фізично (на основі дії електростатичних сил) вбирати заряджені часточки (диполі води, катіони, аніони), створюючи різну концентрацію їх у ґрунтовому розчині.

fppt.com

Зміна концентрації речовини на поверхні розділу двох фаз, що зумовлена властивостями поверхні колоїдів, називається ***адсорбцією***. У ґрунтах найбільш поширена *позитивна адсорбція*, при якій відбувається збільшення концентрації речовини на поверхні колоїдів. Значно рідше зустрічається *негативна адсорбція*, тобто зменшення концентрації речовин на поверхні дисперсної фази та її збільшення в дисперсійному середовищі. Таке явище характерне для аніонів, які можуть втрачатись з ґрунту при низхідному пересуванні води. В одних випадках це явище позитивне, наприклад при відмиванні солеутворюючих аніонів (хлор, сульфат-іони), а в інших — негативне, наприклад при втраті нітратів, фосфатів та інших поживних речовин. ***Тому добрива, що мають нітрат-іони, не рекомендується вносити в ґрунт за кілька місяців до посіву або восени***.

Прикладом фізичного вбирання є адсорбція сухим ґрунтом пари води з повітря, адсорбція чорнила і типографської фарби на папері.

Хімічна вбирна здатність ґрунтів зумовлена здатністю аніонів розчинених солей утворювати з катіонами нерозчинні сполуки, що випадають в осад і примішуються до твердої фази ґрунту. Якщо в ґрунт внести суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$, то ця розчинна сіль може вступати в реакцію з солями заліза, утворюючи нерозчинний осад $FePO_4$. З солями кальцію в такому випадку може утворюватись важкорозчинний у воді ортофосфат кальцію $Ca_3(PO_4)_2$. Дуже часто в ґрунтах при хімічному вбиранні проходить нагромадження в карбонатному горизонті важкорозчинного у воді кальциту $CaCO_3$.

Фізико-хімічна, або обмінна, вбирна здатність зумовлена обміном деякої частини іонів, що знаходяться на поверхні твердої фази, на еквівалентну (рівновелику) кількість іонів, що знаходяться в оточуючому її розчині. Обмінне поглинання здійснюється за рахунок іонів, що розташовані на зовнішніх рівнях колоїдних часточок — дифузному шарі колоїдних міцел.

fppt.com

При контакті ґрунту з будь-яким розчином солі відбувається обмінна реакція: катіони солі поглинаються твердою фазою, а в розчин витісняються в еквівалентній кількості катіони з твердої фази. Так, якщо невелику кількість дерново-підзолистого ґрунту помістити на паперовий фільтр у лійці і налити розчин хлориду калію, то в фільтраті буде розчин соляної кислоти, який легко виявити за допомогою індикатора:

[ГВК] H+ + HCl ↔ [ГВК] K+ + HCl.

Якщо в аналогічному досліді використати зразок чорнозему, що насичений кальцієм, то реакція обміну катіонами проходить так:

[ГВК] Ca_2+ + 2KCl ↔ [ГВК] кк++ + $CaCl_2$.

Як видно з наведених рівнянь реакцій, на поверхні твердої фази ґрунту відбувається фізичне поглинання катіонів (адсорбція), а в ґрунтовому розчині — перетворення одних речовин на інші, тобто хімічне явище. Тому цей вид вбирної здатності ґрунтів має подвійну назву.

Вивчивши закономірності фізико-хімічної вбирної здатності, К. К. Гедройц встановив:

- катіонний обмін між твердою фазою ґрунту і розчином проходить в еквівалентних відношеннях, тобто кількість катіонів, витіснених з твердої фази і поглинених нею з розчину, еквівалентна (рівновелика);
- обмін катіонів відбувається дуже швидко, майже миттєво;
- реакція обміну зворотна.

Іони, що мають підвищену енергію поглинання (дво- і тривалентні), міцніше утримуються ґрунтом, ніж одновалентні. Одні і ті самі іони утримуються ґрунтом неоднаково. За М. І. Горбуновим, приблизно 80% загальної кількості катіонів утримуються відносно слабко і здатні до процесів обміну. Інші 20% міцно закріплені на поверхні колоїдів ґрунту. Іони, що розташовані на гострих і випуклих місцях поверхні колоїдних часточок, витісняються легше, ніж іони, розташовані на ввігнутих місцях або на внутрішній поверхні мікропор і міжпакетних проміжках глинистих мінералів.

fppt.com

Ввібрані катіони, їх кількість і співвідношення визначають багато властивостей ґрунту, тому завжди важливо знати склад увібраних катіонів, особливо наявність представників лужно-земельних і лужних елементів: Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}. Для більшості ґрунтів характерними ввібраними основами є катіони Ca^{2+} і Mg^{2+}. Так, у більшості підтипів чорноземів ГВК насичений іонами **Ca^{2+} і Mg^{2+}**. У кислих ґрунтах у складі обмінних катіонів є **водень (або алюміній)**, в солонцях — **натрій**.

Загальну кількість увібраних катіонів виражають у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту і називають ***ємкістю катіонного обміну (ЄКО)***. Цю величину можна наближено розрахувати за такою формулою:

$$\text{ЄКО} = Ca^{2+} + Mg^{2+} + H^{+}.$$

Сумарний вміст двох увібраних катіонів (кальцію і магнію) характеризується як сума обмінних основ. Вона позначається символом суми і вимірюється у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. Отже,

$$\text{ЄКО} = \sum + \text{Н},$$

де $\sum$ = Ca2+ + Mg2+ — сума двох увібраних катіонів (кальцію і магнію), мг-екв/100 г ґрунту;Н — величина гідролітичної кислотності, мг-екв/100 г ґрунту.

Частка від ділення суми обмінних основ на ємкість катіонного обміну, виражена в процентах, характеризує ступінь насичення ґрунту основами:

$$V = \sum \text{Ч } 100 / \text{ЄКО}.$$

К. К. Гедройц виділив ґрунти, насичені основами (в ГВК лише іони Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, NH^{4+}), і ґрунти, що ненасичені основами (в ГВК серед обмінних катіонів є іони H^{+} і Al^{3+}).

Указані вище характеристики фізико-хімічних явищ у ґрунтах знаходять широке практичне застосування в меліорації ґрунтів, при розрахунку доз добрив, є незамінними при науковому обґрунтуванні проведення агротехнічних та агрохімічних заходів для підвищення родючості ґрунтів.

fppt.com

Під ***біологічною вбирною здатністю*** розуміють закріплення речовин у тілах організмів (рослинах, мікроорганізмах і тваринах, що живуть у ґрунті). Суттєвою особливістю біологічної вбирної здатності є поглинання живими організмами (як рослинами, так і тваринами) необхідних для їх життєдіяльності речовин. Завдяки вибірковому біологічному поглинанню у верхніх горизонтах ґрунту акумулюються необхідні для продовження життя наступних поколінь організмів макро- і мікроелементи.

Отже, вбирна здатність ґрунтів має велике значення в нагромадженні в ґрунті елементів родючості. Колоїди через фізичні властивості генетичних горизонтів визначають водний і повітряний режими ґрунтів. Від складу колоїдів та їх властивостей залежить рівень активності мікроорганізмів, а також умови росту і розвитку сільськогосподарських рослин.

Ґрунтовий розчин. Рідка фаза ґрунту є найбільш рухомою, динамічною і водночас активною його частиною. В ґрунтовому розчині мінеральні й органічні речовини знаходяться в молекулярному, колоїдному та іонному станах. У ґрунтовому розчині відбуваються процеси руйнування і синтезу гумусових речовин, формуються вторинні мінерали, утворюються органо-мінеральні сполуки. Із ґрунтового розчину рослини отримують необхідні поживні речовини і воду. В результаті того, що одні речовини можуть поглинатись рослинами, мікроорганізмами та адсорбуватись колоїдами, а інші — залишатись у ґрунтовому розчині, між рідкою і твердою фазами ґрунту встановлюється динамічна адсорбційна рівновага.

Реакція ґрунтового розчину характеризує кислотність і лужність ґрунту. Це динамічна характеристика ґрунту, яка залежить від погодних умов, інтенсивності біологічних процесів у ґрунті, внесення добрив, агротехніки вирощування сільськогосподарської культури тощо.

fppt.com

Реакція розчину визначається співвідношенням у ньому іонів Н− і ОН− . Відомо, що вода при 22°С розкладається на іони в кількості 1/10 000 000 моль, тобто 10–7 моль/л води. З кожної молекули води при дисоціації виділяється по одному іону Н+ і ОН–. Їхня концентрація в дистильованій воді при 22°С дорівнює ***[Н+] = [ОН−] = 10–7 моль/л***. *Добуток іонів Н+ на ОН− при будь-якій концентрації має стале значення, що дорівнює 10–14*. Якщо до дистильованої води прилити кислоту і тим самим збільшити в розчині концентрацію іонів Н+, то кількість іонів ОН− зменшиться настільки, на скільки збільшиться кількість іонів Н+. У зв’язку з цим реакція будь-якого розчину визначається співвідношенням у ньому іонів Н+ і ОН− . ***Якщо в розчині іонів Н+ > ОН− , то реакція кисла, при Н+ = ОН− — нейтральна, при Н+ < ОН− — лужна.***

Реакцію ґрунтового розчину визначають через величину водневого показника (pH), що є від’ємним десятичним логарифмом концентрації іонів Н+. Якщо концентрація іонів Н+ в 1 л розчину дорівнює 0,1 г, то pH = 1, якщо — 0,001, то pH = 3. Практично визначають pH потенціометричним способом за допомогою приладу pH-метра.

Реакція ґрунтового середовища визначає ріст і розвиток сільськогосподарських культур і є важливою умовою формування родючості ґрунту.

Кислотність ґрунту пов’язана з наявністю у ГВК і в ґрунтовому розчині катіонів Н+ або Al3+. ***Розрізняють активну та потенціальну кислотності. Перша форма кислотності характерна для ґрунтового розчину, друга — для твердої фази ґрунту.***

fppt.com

Активна, або актуальна, кислотність зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині органічних і мінеральних кислот, що легко розчиняються у воді. У більшості ґрунтів помітне підкислення ґрунтового розчину відбувається після утворення вугільної кислоти, проте рідко зустрічається утворення в ґрунті інших мінеральних кислот. Оскільки в ґрунті постійно проходять обмінні процеси між ґрунтовим розчином і твердою фазою, то наявність іонів H+ або Al3+ в рідкій фазі свідчить про те, що ці катіони є і в ГВК.

Потенціальною кислотністю ґрунту називають здатність його твердої фази при обмінних реакціях виділяти в ґрунтовий розчин катіони H− і Al3+. Потенціальна кислотність вимірюється кількістю іонів H+ (або Al3+), що знаходяться у ГВК в увібраному, поглиненому стані. За певних умов ці іони можуть бути переведені в розчин: найбільш рухома частина іонів H+ (або Al3+) може перейти в розчин при обробці ґрунту розчином нейтральної солі, наприклад KCl, NaCl. Інша, менш рухома, частина іонів H+ може перейти в розчин при подальшій обробці ґрунту розчином гідролітично лужної солі, наприклад CH_3COONa (її pH = 8,2). Взаємодію ґрунту з різними солями можна записати так:

$$[ГВК]\ H^+ + HCl \Leftrightarrow [ГВК]\ K^+ + HCl;$$

$$[ГВК]\ H+ + CH_3COONa \Leftrightarrow [ГВК]\ Na^+ + CH_3COOH.$$

У результаті обмінних реакцій катіонів солей (K^+, Na^+) з іонами H^+ ґрунту в сольових витяжках утворюються *вільні кислоти*, які можна кількісно визначити звичайним титруванням лугом. *За кількістю знайденої соляної кислоти при обробці зразка ґрунту розчином нейтральної солі (KCl) визначають обмінний вид кислотності. За кількістю утвореної оцтової кислоти при обробці зразка ґрунту розчином гідролітично лужної солі (CH_3COONa) визначають гідролітичний вид кислотності ґрунту.* **Оскільки нейтральна сіль витісняє лише частину ввібраного водню, а гідролітичне лужна сіль — майже увесь, то найчастіше визначають величину гідролітичної кислотності, оскільки це є результуючим виразом усіх видів кислотності.**

fppt.com

При наявності в ґрунті ввібраного алюмінію взаємодію його з розчином нейтральної солі можна записати таким рівнянням:

$$[ГВК]Al^{3+} + 3KCl \Leftrightarrow [ГВК]3K^{+} + AlCl_3.$$

Хлорид алюмінію як гідролітично кисла сіль сприяє утворенню кислої реакції ґрунтового розчину.

У природі поширення кислих ґрунтів пов’язано з певними умовами ґрунтоутворення. Велике значення в утворенні ґрунтів з тією чи іншою реакцією має характер ґрунтотворної породи. Так, на карбонатних породах за однакових умов формуються ґрунти з нейтральною реакцією, що збагачені кальцієм і магнієм, а на вилугованих безкарбонатних породах формуються кислі ґрунти. Великий вплив на утворення кислих ґрунтів мають кліматичні умови. Наприклад, в умовах промивного або періодично промивного типів водного режиму ґрунтів відбувається винос солей кальцію та магнію і в ГВК поступають іони Н+. При цьому виникає явище ненасиченості ґрунту основами, тобто створюється кисла реакція.

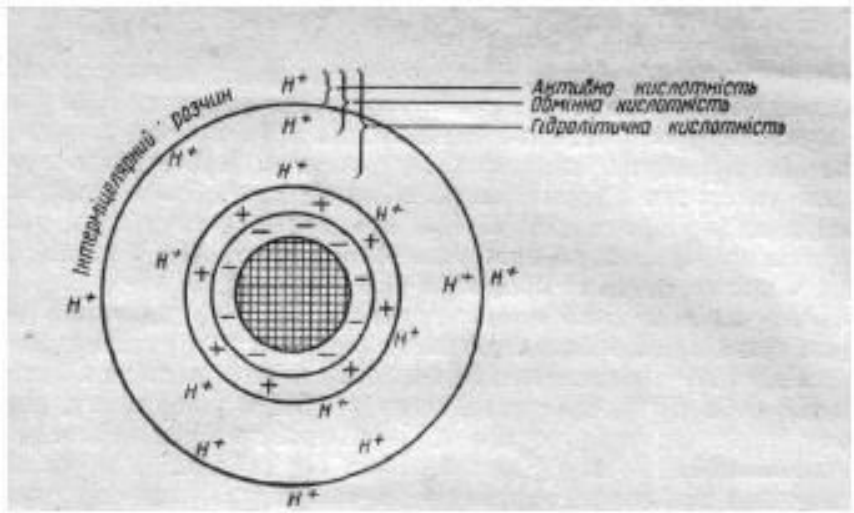


Рис. 2. Види кислотності ґрунтів

Сільськогосподарська діяльність людини може призвести до зміни реакції ґрунту. Відчуження врожаїв з полів призводить до поступового збіднення ґрунтів елементами, в тому числі й основами. При цьому підвищується його кислотність. Крім того, підкислюють ґрунт фізіологічне кислі мінеральні добрива.

fppt.com

Кисла реакція ґрунтів несприятлива для більшості культурних рослин і корисних мікроорганізмів. Кислі ґрунти мають погані фізичні властивості. У зв'язку з нестачею кальцію та магнію органічна речовина в кислих ґрунтах не закріплюється і ґрунт збіднюється на поживні речовини. Основним методом підвищення продуктивності кислих ґрунтів і зменшення їхньої кислотності є вапнування.

Іншою важливою характеристикою реакції ґрунтового середовища є ***лужність***, її наявність створює несприятливі властивості ґрунту, що призводить до пригнічення рослин і мікроорганізмів, погіршення агрофізичних властивостей ґрунтів. ***Розрізняють активну та потенціальну лужність.***

Активна лужність зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині гідролітично лужних солей (Na_2CO_3, $NaHCO_3$, та ін.), які при дисоціації утворюють в основному іони OH^-.

У ґрунтовому розчині хімічними методами визначають ***загальну лужність, лужність, зумовлену карбонатами або гідрокарбонатами***. Лужність від нормальних карбонатів може виявитись внаслідок обмінних реакцій ґрунтів, що містять увібраний натрій, а також внаслідок життєдіяльності сульфатредукуючих бактерій, що відновлюють в анаеробних умовах у присутності органічних речовин сульфати натрію до соди:

$$Na_2SO_4 + 2C = 2CO_2 + Na_2S;$$

$$Na_2S + CO_2 + H_2O = Na_2CO_3 + H_2S.$$

Активну лужність виражають величиною pH.

fppt.com

Потенціальна лужність дає уяву про сумарний вміст лугів у ґрунтовому розчині і ГВК. Потенціальна лужність виявляється у ґрунтів, що містять увібраний натрій. При взаємодії такого ґрунту з вугільною кислотою, що знаходиться в ґрунтовому розчині, відбувається реакція заміщення, результатом якої є нагромадження соди і підлуження розчину:

$$[ГВК]2Na+ + H_2CO_3 \Leftrightarrow [ГВК]2H+ + Na_2CO_3.$$

Потенціальну лужність виражають у *міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту*. ***Лужність ґрунтового розчину культурні рослини переносять гірше, ніж кислотність***. Найбільш токсичним є карбонат натрію. Його шкідливий вплив починає виявлятись при вмісті іонів CO_2^3 − у кількості 0,005–0,02%, або 0,17–0,7 мг-екв на 100 г ґрунту. Гідрокарбонат натрію менш токсичний. Його шкідливий вплив починає виявлятись при вмісті іонів HCO_3− у кількості 0,065–0,4%, або 1,0–6,25 мг-екв на 100 г ґрунту.

Надлишкову лужність ліквідовують внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив, гною і гіпсу.

Буферність ґрунту — це його здатність протидіяти зміні реакції ґрунтового розчину. Чим більша буферність ґрунту, тим важче змінити його реакцію в кислий або лужний бік. Буферність ґрунту залежить від його гранулометричного складу. Високу буферність мають важкі високогумусовані ґрунти. На буферність впливає кількісний і якісний склад обмінних катіонів ґрунту, величина ємкості катіонного обміну.

Буферна здатність є одним із елементів родючості ґрунтів. Вона дає змогу зберегти сприятливі для рослин властивості ґрунтів. Буферність ґрунту необхідно враховувати при проведенні хімічної меліорації — вапнуванні та гіпсуванні.

fppt.com

3. Родючість ґрунту та її види

Найхарактернішою властивістю ґрунту як природного тіла є його родючість. Від неї залежать усі прояви життя на Землі.

У сучасній науковій літературі поширене визначення родючості ґрунту акад. В. Р. Вільямса. ***Родючість ґрунту — це здатність його безперервно й одночасно забезпечувати рослини водою та елементами живлення***. Теплота і світло як необхідні для рослин умови росту розглядались ним як космічні фактори.

Отже, ґрунт, використовуючи енергію Сонця, речовини та елементи живлення з навколишнього середовища, трансформує їх у процесі складних біофізико-хімічних процесів і забезпечує рослини всім необхідним. Родючість ґрунту — результат розвитку природного ґрунтотворного процесу, а при сільськогосподарському використанні — результат процесу окультурення ґрунту.

Розрізняють фактори та умови родючості ґрунту. *До факторів родючості належать* елементи азотного та зольного живлення рослин, вода, повітря і теплота, а *до умов родючості* — сукупність властивостей та режимів, комплексна взаємодія яких визначає можливість забезпечення рослин земними факторами життя і росту.

До найважливіших умов, від яких залежить родючість ґрунту, належать: температурний, водно-повітряний, поживний, фізико-хімічний, біохімічний, окислювально-відновний і сольовий режими. *Параметри цих режимів визначаються:*

- кліматичними умовами,
- агрофізичними властивостями ґрунтів, їх гранулометричним, мінералогічним і хімічним складом,
- потенціальним запасом елементів живлення та вмістом їх рухомих форм, вмістом, складом і запасами гумусу,
- інтенсивністю мікробіологічних процесів, реакцією середовища та іншими фізико-хімічними властивостями.

fppt.com

Раніше виділяли три категорії родючості ґрунту: природну, або потенціальну; штучну, або ефективну; економічну.

Природна родючість визначається властивостями ґрунту, що формуються у процесі його розвитку під впливом факторів ґрунтоутворення без втручання людини.

Штучна родючість властива ґрунтам, що використовуються у сільськогосподарському виробництві і здатні формувати той чи інший рівень родючості. Така родючість ґрунту залежить від рівня розвитку науки і техніки, можливості оптимально використовувати природну родючість ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.

Економічна родючість пов'язана з різною оцінкою ділянок ґрунтів залежно від їх розташування, віддаленості від споживачів продукції, зручності використання.

У сучасній літературі часто використовують різні синоніми для позначення категорії родючості ґрунту. **У зв'язку з цим рекомендовано виділяти такі категорії родючості ґрунту:**

1) природна — родючість, яку має ґрунт у природному стані без втручання людини;

2) штучна — родючість, якої набуває ґрунт в результаті впливу цілеспрямованої діяльності людини (різні види обробітку, внесення добрив, меліорація тощо);

3) потенціальна — сумарна родючість ґрунту, що визначається тими його властивостями, які набуті у процесі ґрунтоутворення та в результаті впливу діяльності людини;

4) ефективна — частина потенціальної родючості, яка реалізується у вигляді врожаю рослин за певних кліматичних і агротехнічних умов;

5) відносна — родючість ґрунту відносно певної групи або окремих видів рослин;

6)економічна — економічна оцінка ґрунту у зв'язку з його потенціальною родючістю та економічною характеристикою земельної ділянки;

7)відтворення родючості — сукупність природних ґрунтових процесів або системи цілеспрямованих меліоративних та агротехнічних заходів для підтримання ефективної, ґрунтової родючості на рівні, що наближається до потенціальної родючості.

fppt.com

Відтворення родючості ґрунту — це об'єктивний закон ґрунтоутворення, для якого характерні всі форми його прояву. Якщо в ґрунтах, що знаходяться в сільськогосподарському використанні, формування родючості не досягає початкового рівня на момент освоєння цілинного ґрунту, то це свідчить про неповне відтворення родючості ґрунту. Якщо такий рівень родючості ґрунту досягається, то це свідчить про просте відтворення його родючості. Створення родючості ґрунту, вищої за початковий рівень, називається ***розширеним відтворенням родючості***. При цьому відбувається одночасне збільшення як ефективної, так і потенціальної родючості ґрунту.

В умовах сільськогосподарського використання ґрунтів відтворення їх родючості відбувається під впливом природних факторів та дії людини на ґрунт.

Під впливом природних та антропогенних факторів розвивається культурний ґрунтотворний процес. Його розвиток в умовах цілеспрямованої діяльності людини приводить до поліпшення ґрунтів і підвищення їх родючості. Тому в умовах інтенсивного землеробства найважливішим завданням раціонального використання ґрунту є забезпечення розширеного відтворення ґрунтової родючості, тобто одночасне підвищення як ефективної, так і потенціальної родючості.

Спрямований розвиток культурного ґрунтотворного процесу дає змогу розробити **моделі родючості ґрунту**. *Це сукупність агрономічно важливих властивостей ґрунту та їх режимів, що відповідають певному рівню продуктивності рослин.*

Моделі родючості ґрунту розробляють ґрунтознавці, агрономи, працівники рослинництва, меліоратори, економісти та інші представники аграрної науки, їх створюють на основі вивчення параметрів ґрунтів у системі польових дослідів з провідними культурами, вивчення та узагальнення даних про характеристику ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур у кращих господарствах і на сортодільницях. Моделі оптимальної родючості ґрунту і встановлені наукою і практикою шляхи їх реалізації дають змогу вирішувати завдання з підвищення родючості ґрунтів.

fppt.com

Усі фактори життя для рослин рівнозначні, і жоден з них не може бути замінений іншим. З цього випливає важливий, сформульований В. Р. Вільямсом принцип, згідно з яким **для підвищення родючості ґрунту та отримання високих і стійких урожаїв треба одночасно впливати на всі фактори життя і росту рослин**. Реалізація цього принципу вимагає проведення різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунтів у різних зонах України.

У зв'язку з цим важливе значення мають матеріали ґрунтово-агрохімічних досліджень: карти ґрунтів, картограми вмісту в ґрунті доступних для рослин елементів живлення — азоту, фосфору, калію; картограми кислотності, засолення, еродованості, гумусності тощо.

Розроблено широкий комплекс заходів впливу на властивості ґрунту, що забезпечує регулювання його поживного, водного, теплового, сольового режимів та реакції.

Основні прийоми підвищення ефективної родючості ґрунтів і максимального використання її природної родючості пов'язані з раціональним застосуванням органічних та мінеральних добрив, вапнуванням і гіпсуванням ґрунтів, системою обробітку, виведенням нових високоврожайних сортів культурних рослин, зрошенням та осушенням, травосіянням, створенням полезахисних лісосмуг, введенням сівозмін, боротьбою з ерозією та ін.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ № 6

ТЕМА:”ДИНАМІКА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ГРУНТУ”

ЛІТЕРАТУРА

1.М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

2.Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія: Навчальний посібник. Умань, 2008 – 300 с.

3.Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2002. – 344 с.

ПЛАН

1.Зміна вмісту гумусу в ґрунтах.

2.Зміна реакції ґрунтового розчину.

3.Зміна вмісту основних макроелементів живлення рослин і ефективність добрив.

4.Забезпеченість ґрунтів мікроелементами.

5.Зміни агрофізичних властивостей ґрунтів.

1.Зміна вмісту гумусу в ґрунтах

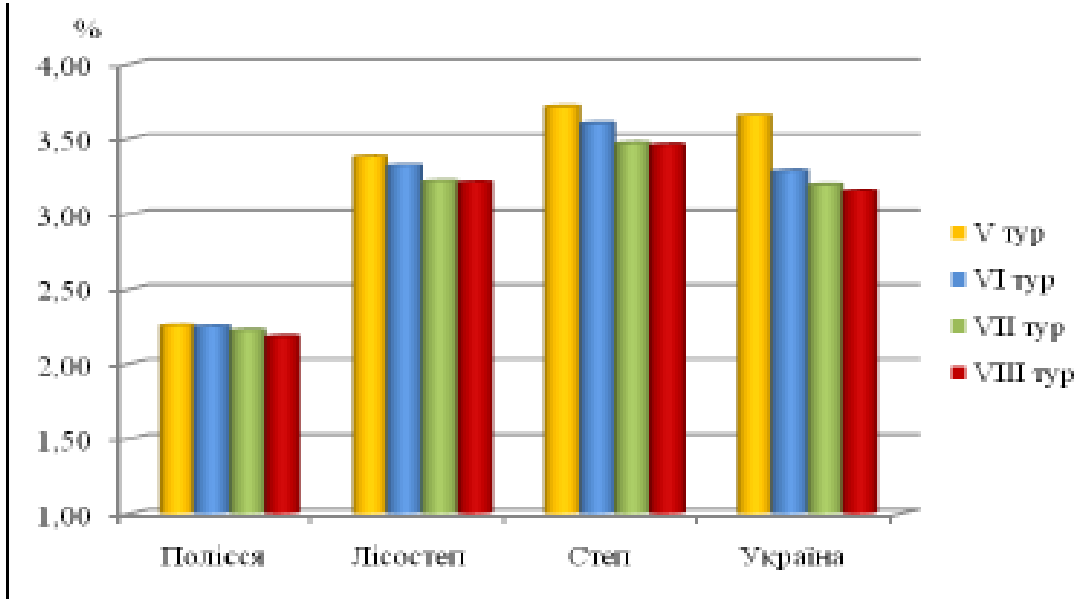
Зміни форм господарювання і власності на землю, що стали основним змістом перетворень в аграрному секторі України в останні роки, на жаль, негативно позначилися на родючості ґрунтів. Вони втратили значну частину гумусу, найродючіші у світі чорноземи перетворились у ґрунти із середнім рівнем родючості й продовжують погіршуватись.

Співставлення гумусованості ґрунтів за часів Докучаєва (1882 р.) з сучасним станом свідчить, що відносні втрати гумусу за цей, майже 120-річний період, досягли 22 % в Лісостеповій, 19,5 – в Степовій і біля 19 % - у Поліській зонах України.

Найбільші втрати гумусу відбулися в період 60-80 рр. минулого сторіччя, що обумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур, перш за все, цукрових буряків і кукурудзи. У цей період щорічні втрати гумусу сягали 0,55-0,60 т/га.

На жаль процеси дегуміфікації протягом останніх 20 років не зупинилися, а продовжують протікати з достатньо високою інтенсивністю. За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення протягом останніх 4-х турів (1986-2005 рр.) уміст гумусу в Україні зменшився на 0,5 % в абсолютних одиницях (рис. 2.1).

Особливо значні втрати гумусу відбулись між 5 і 6 турами – 0,37 %, коли почали різко зменшуватися обсяги застосування органічних добрив (рис. 2.2), а формування врожаю відбувалося за рахунок потенційної родючості ґрунту. За даними Держкомстату України, у 2008 році норма внесення органічних добрив становила 0,6 т/га, тоді як у кінці 80-х років минулого століття – 8,6 т/га.



V тур – 1986-1990; VI – 1991-1995; VII – 1996-2000; VIII – 2001-2005 рр.

Рис. 2.1 – Динаміка вмісту в грунті гумусу за 1986-2005 рр.

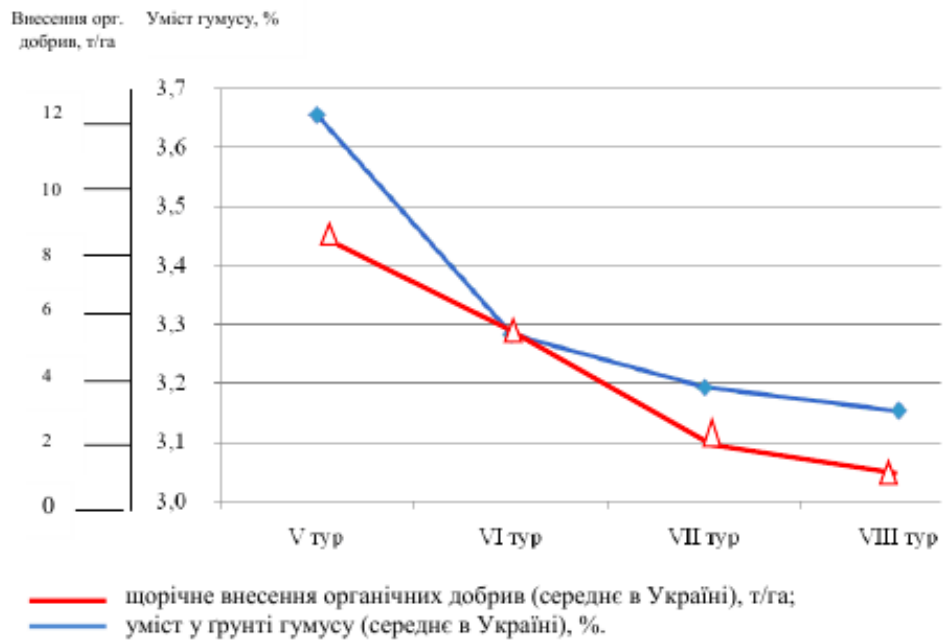


Рисунок 2.2 – Динаміка вмісту гумусу в грунті та внесення органічних добрив

Зменшення середньозваженого показника вмісту гумусу, відповідно, впливає на зміни у перерозподілі площ за його забезпеченістю. Зокрема, площі ґрунтів з високим і дуже високим вмістом зменшилися, а з підвищеним та середнім, навпаки, збільшилися (рис. 2.3).

Тобто втрачаючи гумус ґрунти переходять із групи з високою до групи із низькою забезпеченістю.

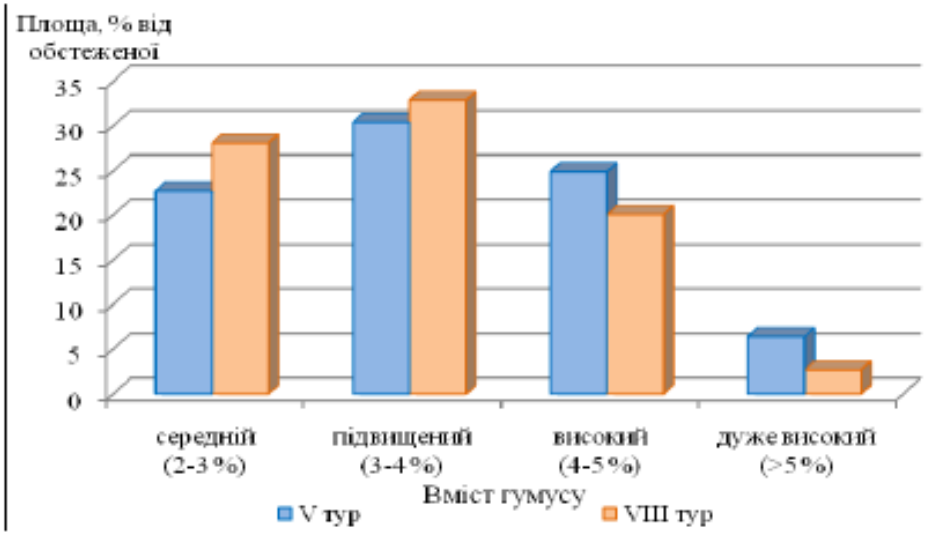


Рисунок 2.3 – Динаміка площ із різним вмістом гумусу

За результатами VIII туру агрохімічної паспортизації площа ґрунтів з високим та дуже високим вмістом гумусу становить 22,7 % від обстеженої (рис. 2.4). Переважна їх більшість зосереджена в Степовій зоні, де переважають чорноземи звичайні середньо- і малогумусні. Площа ґрунтів, які характеризуються середнім і підвищеним вмістом гумусу складає 13,5 млн. га або 60,9 % від обстеженої. З них 51,8 % зосереджено в Степу, 33,8 – Лісостепу, 14,4 – Поліссі. Перерозподіл між ґрунтово-кліматичними зонами площ ґрунтів з низьким та дуже низьким вмістом гумусу є протилежним порівняно з групами з вищою забезпеченістю. Із 3,6 млн. га цих ґрунтів 50% зосереджено в поліській зоні, де переважають легкі малогумусні ґрунти (дерново-підзолисті та дернові), 33 % – у лісостеповій і 17 – у степовій.

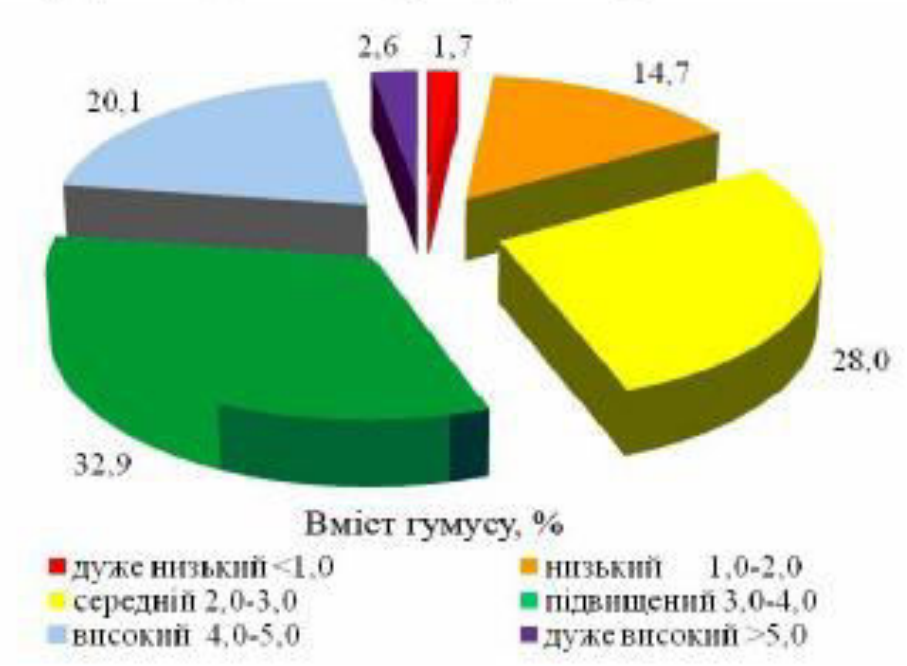


Рисунок 2.4 – Розподіл площ сільськогосподарських угідь України за вмістом гумусу, % від обстеженої

У разі продовження інтенсивного ведення сільського господарства і відсутності заходів з поповнення запасів у ґрунтах гумусу, його вміст, а, відповідно, і родючість ґрунтів, будуть знижуватися і відбуватиметься виснаження ґрунтів.

2.Зміна реакції ґрунтового розчину

Агроекологічна оцінка ґрунтів базується на комплексі показників ґрунтових режимів, серед яких важливе місце відводиться реакції ґрунтового розчину (pH H_2O та pH KCl) і гідролітичній кислотності (Hг). Ці характеристичні величини безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин, діяльність ґрунтових організмів і ступінь розчинності важкодоступних форм елементів живлення, коагуляцію і пептизацію ґрунтових колоїдів та ефективність удобрення.

Кисле середовище ґрунтів є одним з факторів, які обмежують здобування високих та якісних урожаїв сільськогосподарських культур. Недобір урожаю основних культур через негативний вплив кислотності ґрунту щороку становить біля 1 млн. 350 тис. т зернових одиниць. Найбільше знижуються валові збори пшениці, ячменю, кукурудзи, цукрових буряків і ріпаку.

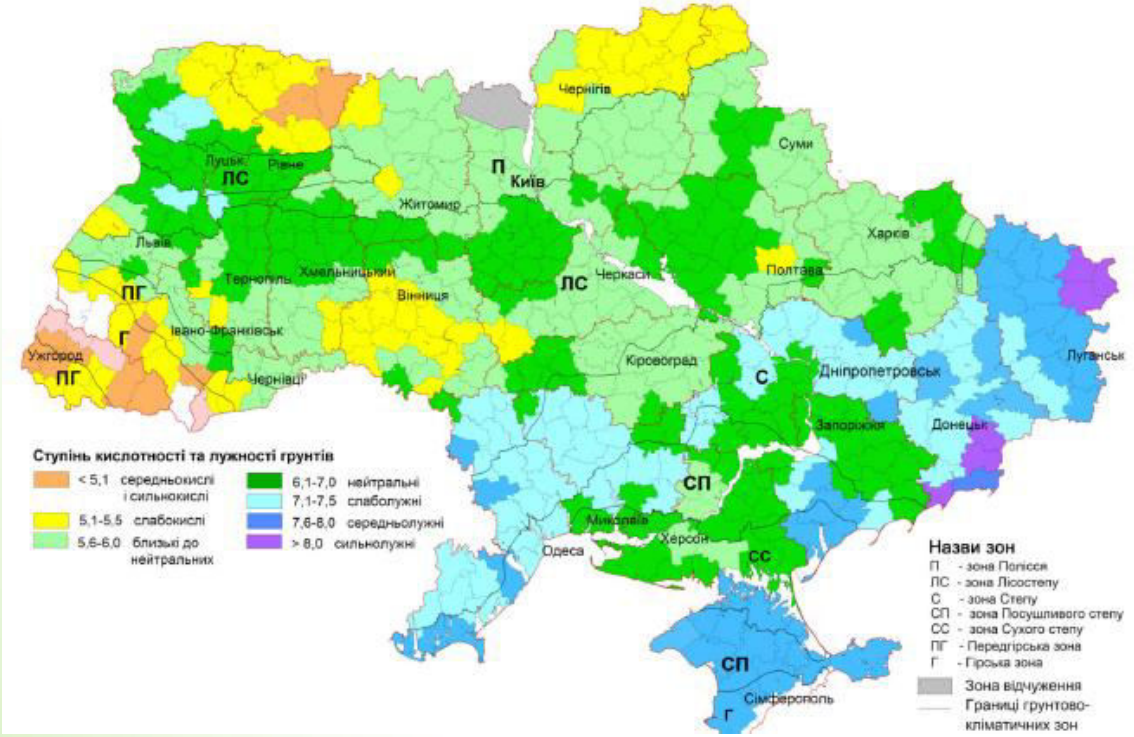
Дані агрохімічної паспортизації земель свідчать, що площі кислих ґрунтів значно поширені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України і в останні роки збільшуються.

Головні причини формування кислого ґрунтового середовища такі:

- кліматичні умови (промивний водний режим),
- властивості материнської породи (кисла чи карбонатна) та антропогенні чинники (діяльність людини).

Серед антропогенних факторів підкислення важливу роль відіграє застосування в значних обсягах фізіологічно- і хімічно кислих добрив, випадання кислотних опадів. Значної підкислювальної дії зазнає ґрунт унаслідок декальцинації: виносу кальцію урожаями та інфільтрації його з талими водами та зливовими опадами. На показник кислотності помітно впливає потепління клімату, що має місце в останні десятиріччя.

Додаток А. – Картограма реакції ґрунтового розчину сільськогосподарських угідь України



Підкислення супроводжується комплексним погіршенням фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту, що проявляється у таких змінах:

- пептизації колоїдів, що зумовлює руйнування структури;
- пригніченні росту і розвитку кореневої системи, що позначається на зимостійкості та посухостійкості культур;
- зниженні окупності азотних і фосфорних добрив;
- пригніченні життєдіяльності азотфіксувальних вільно існуючих і бульбочкових бактерій, переважному розвитку грибної мікрофлори, внаслідок чого зростає ураження рослин грибковими хворобами;
- підвищенні забур`яненості полів, оскільки більшість бур`янів витримують кислу реакцію ґрунтового середовища.

За даними «Центрдержродючості», в процесі агрохімічної паспортизації орних земель України було виявлено 3,7 млн. га кислих (17 %) і 5,1 млн. га (24 %) лужних ґрунтів.

Кислі ґрунти найбільш поширені на Поліссі, в зоні дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, де вони займають 37 % орних земель. У структурі кислих ґрунтів Полісся чільне місце займають Чернігівська - 33 %, Житомирська – 23 % та Рівненська – 14 % області (рис. 2.5).

Унаслідок інтенсивної декальцинації, яка проявляється у зниженні вмісту в ґрунтах кальцію та магнію і зменшенні катіонної ємності,відбувається постійне підкислення чорноземів. Як наслідок цього, ***в зоні Лісостепу обстеженням виявлено 1,8 млн. га кислих ґрунтів або 25 % від обстеженої площі. Лідером за їх поширенням в цій зоні є Вінницька область – 29 % від загальної площі кислих ґрунтів у Лісостепу***. На значних площах виявлено кислі ґрунти в Черкаській – 18 % та Сумській – 12 % областях (рис. 2.6).

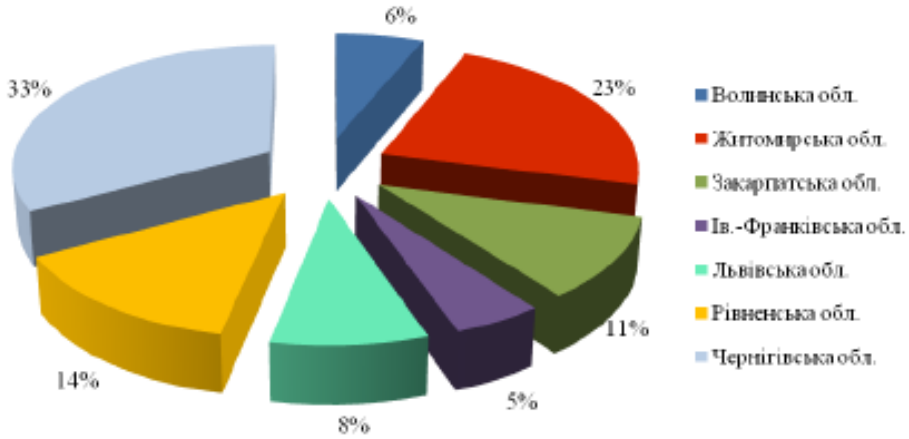


Рисунок 2.5 – Розподіл площ кислих ґрунтів (pH ≤ 5,5) у зоні Полісся

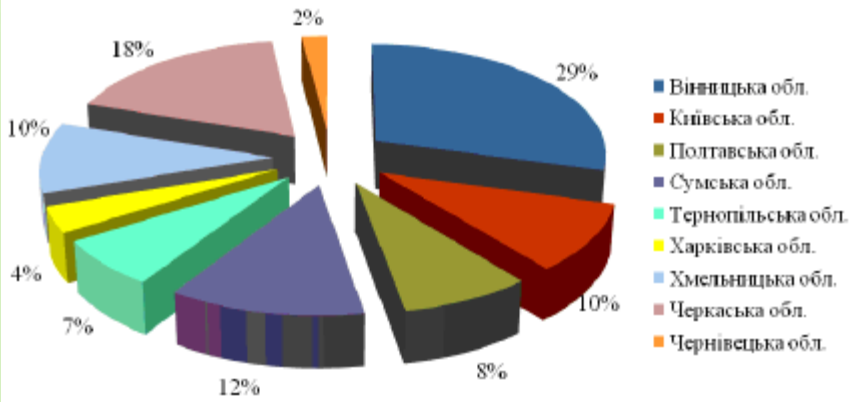
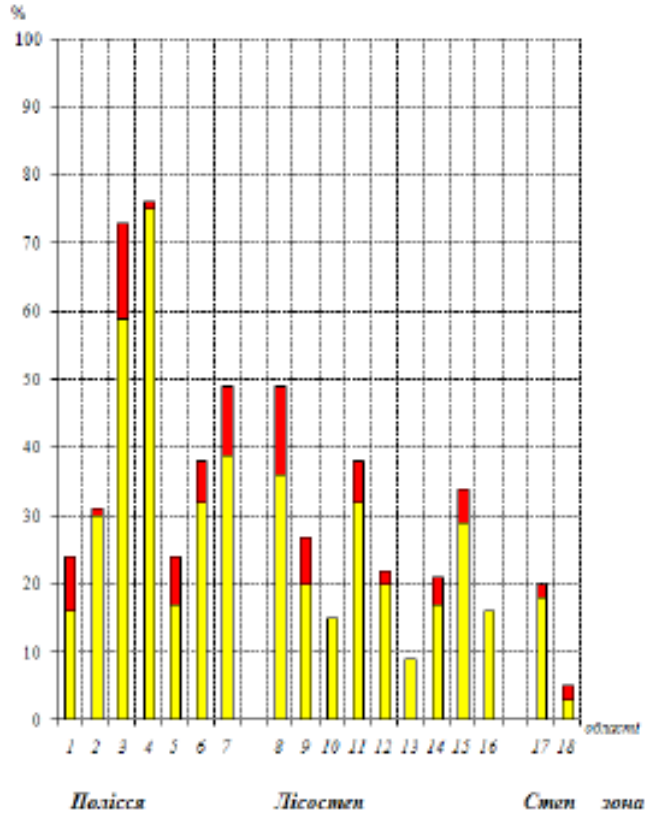


Рисунок 2.6 – Розподіл площ кислих ґрунтів (pH ≤ 5,5) у зоні Лісостепу

У проблемі підкислення ґрунтів особливо непокоять два питання. ***По-перше, це значна площа сильно- та середньокислих груп ґрунтів, які нині виявлено на 1 млн. 147 тис. га або 5 % обстеженої ріллі, і їх площа продовжує зростати. Втрати врожаю на цих ґрунтах сягають 20-40 %. По-друге, підкислення чорноземів – кращих ґрунтів України.*** Загалом, в останні роки процеси підкислення ґрунтового покриву тривають в 15 областях. Вони проявляються навіть в агроландшафтах Степу. Інтенсивність приросту площ кислих ґрунтів різна, коливається від 1 до 14 % (рис. 2.7).



№ пп	Область	Площа кислих ґрунтів, % до обстеженої	
		останній тур	в т.ч. приріст за 5 років
1	Волинська	24	8
2	Житомирська	31	1
3	Закарпатська	73	14
4	Івано-Франківська	76	1
5	Львівська	24	7
6	Рівненська	38	6
7	Чернігівська	49	10
8	Вінницька	49	13
9	Київська	27	7
10	Полтавська	15	0
11	Сумська	38	6
12	Тернопільська	22	2
13	Харківська	9	0
14	Хмельницька	21	4
15	Черкаська	34	5
16	Чернівецька	16	0
17	Кіровоградська	20	2
18	Херсонська	5	2

Рисунок 2.7 – Інтенсивність підкислення ґрунтів у межах орних земель України (станом на 01.01.2007 р.)

Важливим фактором, що обмежує високоефективне використання ґрунтів на півдні України, є значне поширення їхніх **лужних відмін**. Загалом в степових областях виявлено 4,7 млн. га підлужених ґрунтів, що становить 48 % орних земель. Майже половину площ серед них займають сильно- і середньолужні ґрунти – 2,3 млн. га. Найбільшу площу цих ґрунтів виявлено в Одеській та Луганській областях – по 659 тис. га. Звісно, частка цих областей є найбільшою в структурі сильно- і середньолужних ґрунтів – по 28 % (рис. 2.8).

Рисунок 2.8 – Розподіл площ сильно- і середньолужних ґрунтів у зоні Степу

Різноманітне співвідношення факторів, що впливають на зміну показника pH – з однієї сторони – підкислювальних, а з іншої – факторів-нейтралізаторів, – призвів до того, що ґрунтовий покрив у гумідних регіонах набуває відносно показника pH різко контрастних параметрів. На значних площах має місце як вторинне підкислення, так і підлуговування ґрунтів. Такий стан вимагає більш ефективного ведення моніторингу кислотно-основного стану ґрунтів, особливо в зоні Полісся.

3.Зміна вмісту основних макроелементів живлення рослин і ефективність добрив

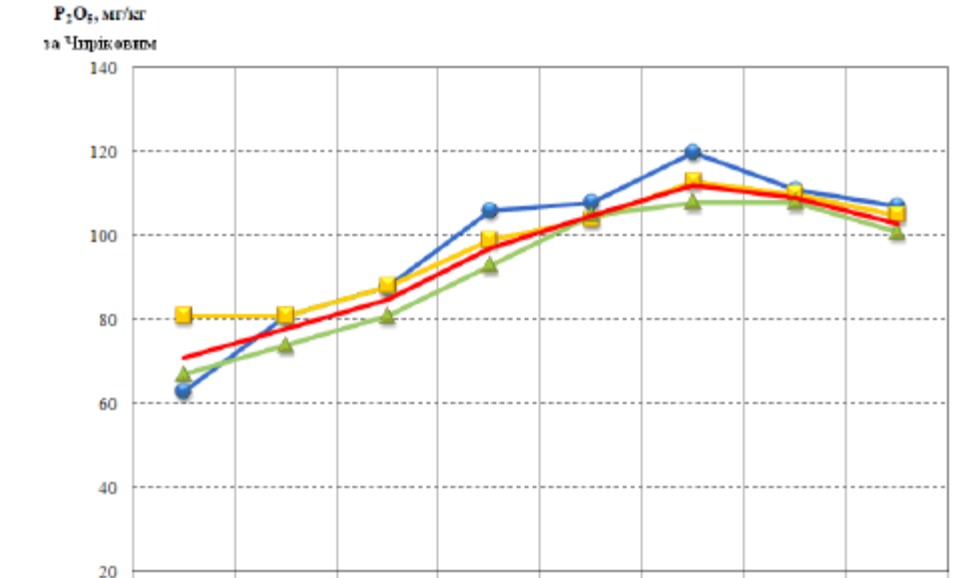
Велике різноманіття ґрунтів у складі ґрунтового покриву України обумовлює масу особливостей у процесах трансформації елементів живлення, їх фіксації і вивільнення, синтезу і розкладу, впливу цих процесів на ступінь доступності елементів живлення для рослин, багато в чому визначаючи цим продуктивність ґрунтів. **Основу режиму живлення рослин становлять три основних макроелементи: азот, фосфор і калій.**

Відомо, що ***азотний режим ґрунту*** залежить від умісту гумусу, і що між цими показниками існує кореляційний зв`язок. Для ґрунтів Полісся коефіцієнт кореляції становить 0,38-0,45, Лісостепу і Степу – 0,82-0,96. Як показують два останніх тури агрохімічного обстеження, майже весь ґрунтовий покрив характеризується низьким та середнім вмістом азоту, що легко гідролізується. Відносна вирівняність вмісту цієї форми азоту за територією зумовлена різним ступенем рухомості азотних сполук залежно від типу ґрунту. Так, у дерново-підзолистих ґрунтах частка рухомого азоту сягає 40-50 % від загального, а в чорноземах - 20-40 %. У такому разі накопичення азоту сполук, що легко гідролізуються, в ґрунтах не спостерігається навіть за систематичного внесення органічних і мінеральних добрив та надходження з іншими джерелами в зв`язку із значним виносом цього елементу урожаєм, а також утратами в підґрунтові води та атмосферу.

Обсяги застосування мінеральних азотних добрив у сільськогосподарському виробництві України зростали до 1990 р., що забезпечувало його рівноважний баланс у ґрунті.

В останні роки азотних добрив вносять недостатньо, до 39 кг/га, тому порушується баланс азоту в землеробстві і від'ємне сальдо сягає 30-40 кг/га. Таке становище призводить до погіршення азотного режиму ґрунтів і до зниження урожайності сільськогосподарських культур.

Однією з ознак окультуреного ґрунту є оптимальний вміст у ньому ***фосфору***. В період інтенсивної хімізації сільського господарства обсяги застосування фосфорних добрив значно перевищували винос фосфору урожаєм. Унаслідок цього складалось додатне сальдо балансу цього елементу – 16-25 кг/га щорічно. У результаті в ґрунті відбувалось інтенсивне накопичення залишкових фосфатів. За 1965-1995 рр. середньозважений їх вміст у ґрунтах України підвищився з 71 до 112 мг/кг ґрунту (рис. 2.9).



	1966-1970 рр.	1971-1975 рр.	1976-1980 рр.	1981-1985 рр.	1986-1990 рр.	1991-1995 рр.	1996-2000рр.	2001-2005 рр.
Полісся	63	81	88	106	108	120	111	107
Лісостеп	81	81	88	99	104	113	110	105
Степ	67	74	81	93	105	108	108	101
По Україні	71	78	85	97	105	112	109	103

Рисунок 2.9 – Динаміка вмісту P_2O_5 у ґрунтах орних земель у 1966-2005 рр.

Узагальнення даних 30-річних широкомасштабних агрохімічних досліджень у трьох ґрунтово-географічних зонах засвідчило постійне нагромадження в ґрунтах рухомих фосфатів. За результатами І туру агрохімічного обстеження, які можна прийняти як фонові, вміст P_2O_5 по зонах коливався в межах 63-81 мг/кг ґрунту (в перерахунку на метод Чирікова). За градацією ці значення відносяться до групи середньої забезпеченості ґрунтів рухомими фосфатами. У першій половині дев`яностих років було досягнуто найвищих значень, які відносяться до групи підвищеної забезпеченості. Особливо істотно зросли запаси рухомих фосфатів у зоні Полісся, де вони подвоїлись і стали найвищими порівняно з іншими трьома зонами (рис. 2.10).

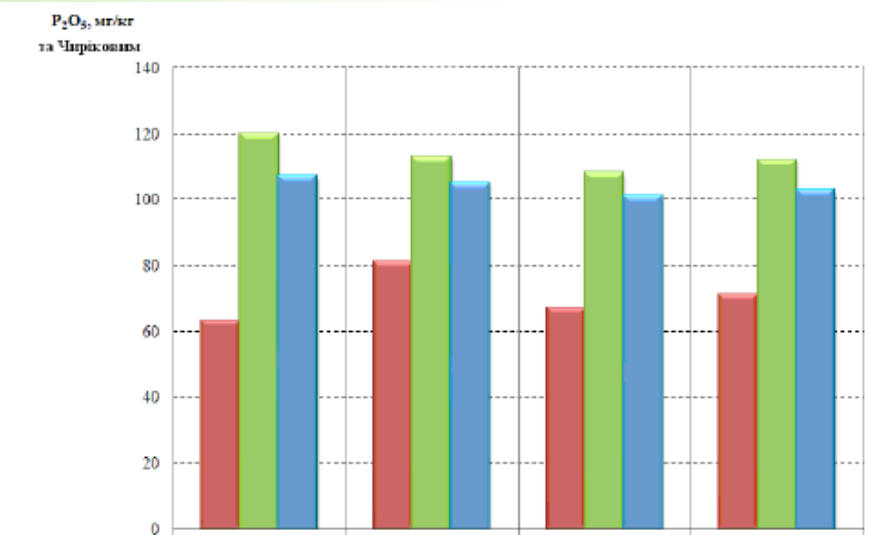


Рисунок 2.10 – Характеристика змін умісту рухомих фосфатів у ґрунтах різних зон

Особливостями динаміки P_2O_5 в опідзолених ґрунтах було не тільки збільшення загальних запасів мінеральних сполук фосфору, але й посилення їх рухомості. При цьому збагачення ґрунту залишковими фосфатами спостерігалось також у більш глибоких шарах. У чорноземах накопичення рухомих форм фосфору при переході від середньої до високої забезпеченості відбувалось, в основному, в шарі 0-40 см. Одночасно з підвищенням умісту рухомих форм фосфору відбувалось накопичення необмінно і хімічно зв`язаних його форм.

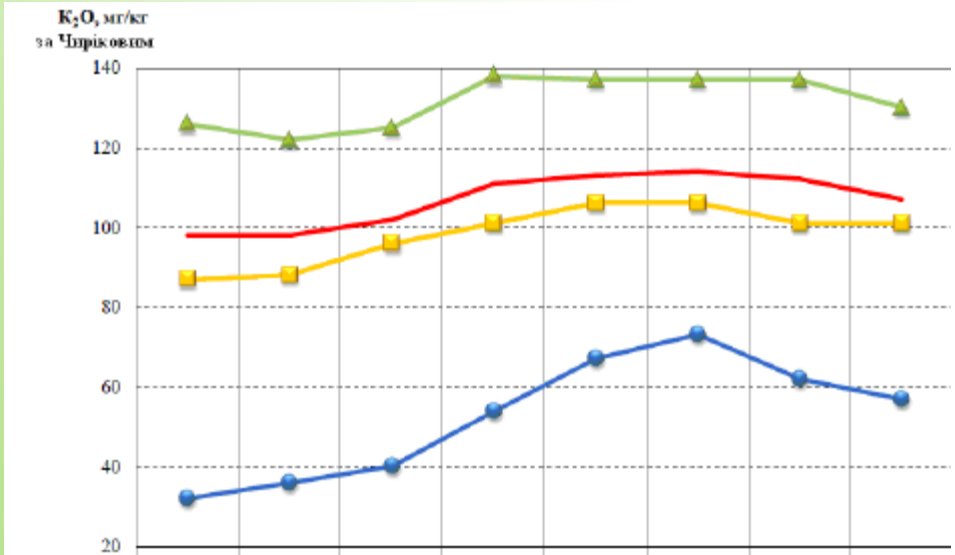
Починаючи з 1991 року рівень застосування фосфорних добрив постійно зменшувався, що відбилось на балансі фосфору в землеробстві, від`ємне середньорічне сальдо якого сягає 18 кг/га. Дефіцит мінерального фосфору зумовлює погіршення фосфатного режиму ґрунтів України. Середньозважений вміст рухомих форм цього елементу знизився з 112 до 103 мг/кг ґрунту. Падіння вмісту P2O5 спостерігається в основних ґрунтово-кліматичних зонах (рис. 2.10).

За даними ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», падіння вмісту фосфору з часом сповільниться, і він має стабілізуватись на межі низької і середньої забезпеченості – 40-70 мг/кг ґрунту. Звісно, за таких запасів цього елементу в ґрунті рослини будуть відчувати його гостру нестачу.

Формування ***калійного*** режиму ґрунтів відбувалось, в основному, аналогічно фосфорному. Додатній баланс калію в роки інтенсивної хімізації зумовлював збільшення вмісту цього елементу в орних землях.

За тривалого внесення калійних добрив у дозах понад виносу урожаєм, калій закріплювався в кореневмісному шарі в обмінній і необмінній формах, залишаючись добре доступним рослинам.

Особливо інтенсивно зростав уміст K_2O у вісімдесятих роках у зоні Полісся, де темпи нагромадження його становили 24-35 % (рис. 2.11).



роки	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005
Полісся	32	36	40	54	67	73	62	57
Лісостеп	87	88	96	101	106	106	101	101
Степ	126	122	125	138	137	137	137	130
По Україні	98	98	102	111	113	114	112	107

Рис. 2.11 – Динаміка вмісту K_2O в ґрунтах орних земель у 1966-2005 рр.

Хоча і в менших обсягах, ніж у Поліссі, але обмінний калій нагромаджувався і в зоні Лісостепу. Темпи зростання вмісту К2О становили 5-9 % за 5 років.

З початком 90-х років обсяги застосування калійних добрив почали різко зменшуватись, що зумовило гострodефіцитний баланс калію в землеробстві. У зв`язку з цим почалось зниження вмісту цього елементу в ґрунтах України.

Як нагромадження, так і втрати обмінного калію найвищими темпами відбувались в зоні Полісся, де поширені низькобуферні ґрунти з малою ємністю вбирання.

Середньозважений вміст обмінного калію в ґрунтах Полісся і Лісостепу України є недостатнім для формування оптимального режиму живлення рослин. Особливо гостро відчувається нестача цього елементу в зоні Полісся, де вміст калію нижчий, ніж у Лісостепу і Степу, відповідно в 1,8 і 2,3 рази (рис. 2.12).

Зменшується вміст калію і в Степу, але висока забезпеченість ним ґрунтів цієї зони значно пом`якшує ситуацію.

Багатьма дослідниками встановлено залежність урожаю озимої пшениці від запасів рухомих форм фосфору і калію в ґрунті. Із збільшенням вмісту цих елементів від середнього до високого приріст урожаю пшениці може досягати 12 ц/га і вище, знижується залежність врожаю від погодних умов. Саме цим пояснюється завдання сформувати і зберегти на полях агрофони з оптимальними агрохімічними показниками.

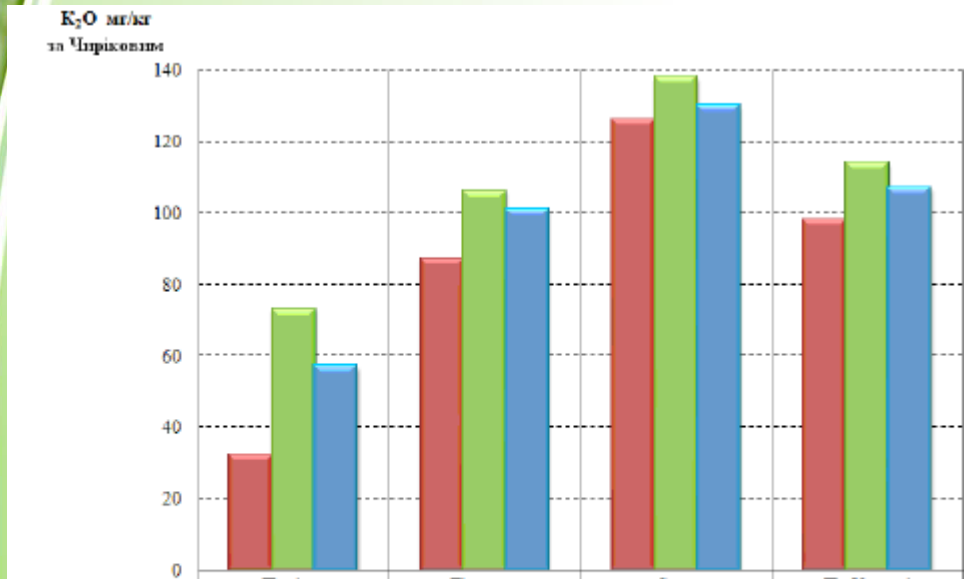


Рис. 2.12 - Характеристика змін вмісту обмінного калію в ґрунтах різних зон

У багатьох регіонах ще збереглися в ґрунтах підвищені запаси елементів живлення, накопичені за часи інтенсивної хімізації. Саме цим фактором і сприятливими погодними умовами пояснюється вирощування високих урожаїв зернових в окремі роки.

4.Забезпеченість ґрунтів мікроелементами

Виходячи з групування ґрунтів за рівнем забезпеченості фізіологічно необхідними мікроелементами для рослин із невисоким і підвищеним виносом мікроелементів, обстежені ґрунти дуже строкаті. Вміст мікроелементів у ґрунтах залежить від гранулометричного складу ґрунтотворних порід, гранулометричного складу ґрунтів та вмісту органічних речовин.

У Західному Поліссі вміст цинку коливається від 0,28 мг/кг ґрунту в дерново-опідзоленому глеюватому ґрунті до 2,21-7,35 мг/кг – у торфово-болотних і дерново-підзолистих оглеєних ґрунтах, що відповідає низькій та високій забезпеченості рослин цим елементом. За вмістом марганцю ґрунти цього регіону віднесено до групи з високим рівнем
забезпеченості, навіть для культур підвищеного виносу, міді і кобальту – до групи з середнім умістом для цих же культур.

Ґрунти Центрального Полісся достатньо забезпечені кобальтом, міддю та марганцем, але забезпеченість цинком у більшості випадків низька - < 1 мг/кг ґрунту.

У ґрунтах Лісостепу (Західному, Правобережному й Лівобережному) вміст кобальту коливається від 0,07 мг/кг ґрунту до 0,67, що відповідає низькому і високому рівню забезпечення рослин цим елементом, але, в основному, відповідає середньому рівню з коливанням вмісту від 0,15 до 0,5 мг/кг. Уміст міді в окремих ґрунтах Лівобережного Лісостепу дорівнює 0,06-0,07 мг/кг ґрунту, що не відповідає градації навіть і низької забезпеченості. Це чорноземи типові й лучно-чорноземні ґрунти, а в цілому, вміст цього елементу коливається в межах 0,10-0,55 мг/кг ґрунту. Забезпеченість абсолютної більшості ґрунтів Лісостепу рухомою формою марганцю висока, а цинком – низька навіть для культур із невисоким рівнем виносу.

Ґрунти Донбасу й Степу добре забезпечені рухомими формами кобальту, міді й марганцю, а вміст цинку в більшості ґрунтів відповідає низькому рівню забезпеченості - < 1 мг/кг ґрунту.

Уміст кобальту, міді та марганцю в ґрунтах Закарпаття відповідає високому рівню забезпечення, а цинку – низькому.

Уміст рухомої форми бору в ґрунтах України коливається від мінімальної (слідової) кількості в дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Полісся до 3,37 мг/кг ґрунту – у чорноземах солонцюватих. Таким чином, ґрунти Полісся необхідно віднести до ґрунтів із вираженим дефіцитом бору, дерново-підзолисті поверхнево оглеєні ґрунти Карпат віднесено до групи із середнім вмістом бору – 0,3-0,5 мг/кг ґрунту. Ґрунти Лісостепу з вмістом бору 0,18 -2,30 мг/кг ґрунту віднесено до групи з високим вмістом цього елементу.

Одержані дані свідчать про дефіцит рухомої форми цинку в більшості обстежених ґрунтів, бору – супіщаних і піщаних ґрунтів Полісся. Вміст інших мікроелементів у абсолютній більшості ґрунтів відповідає середньому та високому рівням забезпеченості.

5.Зміни агрофізичних властивостей ґрунтів

У зв’язку з надмірною розораністю, дефіцитним балансом біогенних елементів, недостатнім внесенням органічних речовин, мінеральних добрив, меліорантів, забрудненням тощо ґрунти України у сучасних умовах деградують. Широкого розповсюдження набула й фізична деградація.

Фізична деградація, як наслідок інтенсивного сільськогосподарського використання земель, а саме, надмірної розорюваності ґрунтів, інтенсивного механічного обробітку і зниження вмісту у ґрунтах органічної речовини, практично охопила всю ріллю України. Вона проявляється у знеструктуренні верхнього шару, брилистості після оранки, запливанні і кіркоутворенні, наявності плужної підошви, переущільненні підорного і більш глибоких шарів. Фізично деградовані ґрунти схильні до ерозії, гірше вбирають і утримують атмосферну вологу, обмежують розвиток кореневих систем рослин.

Переущільнення ґрунтів – відома в Україні проблема, що супроводжується несприятливими екологічними наслідками і значними економічними збитками. При вирощуванні зернових культур приблизно 20 % ріллі країни мають щільність будови в кореневмісному шарі вище, ніж потребують ці культури (рис. 2.13).

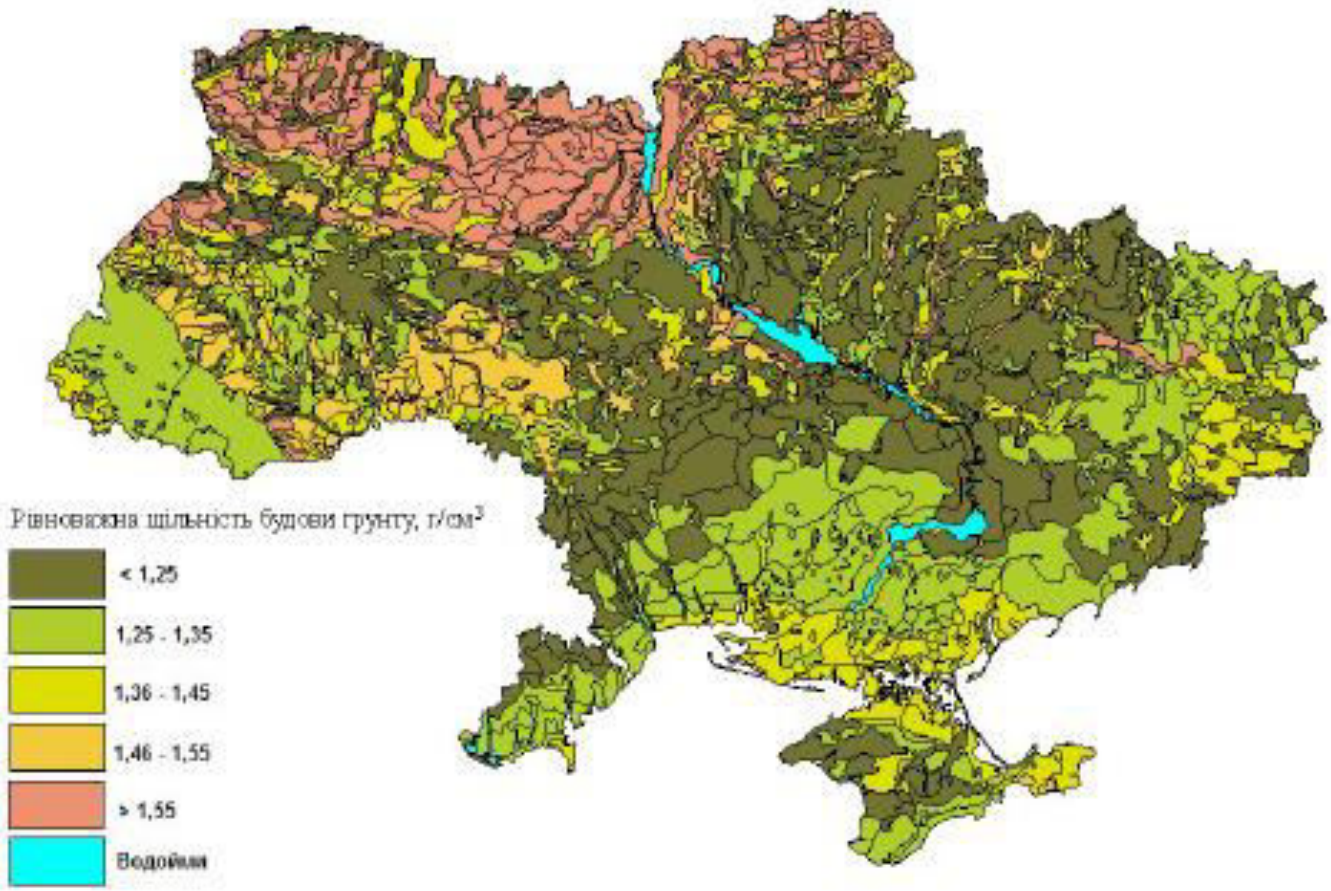


Рис. 2.13 – Рівноважна щільність будови орних ґрунтів України у шарі 0-50 см, г/см³

Стосовно більш вимогливих до ґрунтово-фізичних умов цукрових буряків і кукурудзи площі з переущільненням зростають до 35-40 %. Реальні втрати сільськогосподарської продукції від переущільнення ґрунтів в Україні можуть сягати 160-500 млн. американських доларів щорічно. В ННЦ —ІГА імені О.Н. Соколовського — проведено прогноз і розроблено карту схильності ґрунтів до переущільнення (рис. 2.14): небезпека переущільнення практично відсутня у ґрунтах легкого гранскладу, з високими параметрами вихідної щільності й зниженою вологістю. Навпаки, висока схильність відзначається в глинистих ґрунтах, з низькою рівноважною щільністю і вологістю, що дорівнює або вище вологості фізичної спілості. Майже на 22 млн. га ріллі України існує небезпека переущільнення.

Рис. 2.14 – Синтезована карта прогнозу переущільнення ґрунтів

Структурно-агрегатний склад ґрунтів в умовах довготривалої оранки зазнає значних змін: зменшується кількість агрономічно корисної фракції, її водостійкість, механічна міцність, збільшується брилистість. *Вміст агрономічно корисної фракції (10-0,25 мм) визначає якість кришіння ґрунту під час обробітку*. Із 30 млн. га орних земель України біля *70 % (21,3 млн. га) вміщують 60 % та вище агрономічно-корисних агрегатів (розміром 10-0,25 мм) – це чорноземи типові південної частини Лісостепу і чорноземи звичайні північного Степу важкосуглинкового грансклад*у. У той же час чорноземи типові, опідзолені й темно-сірі ґрунти легкосуглинкового грансклад у в північній і північно-західній частинах Лісостепу (у перехідній зоні до Полісся) після обробітку мають набагато гірші показники кришіння в агрономічному розумінні (40-50 %).

Імовірність утворення брил (макроагрегатів розміром більше 10,0 мм) під час обробітку на орних ґрунтах України є досить високою і сягає 12 %, або близько 3,5 млн. га, ці ґрунти розташовані в основному у зоні південного і Сухого Степу.

У цілому, оптимальні умови для обробітку й одержання найкращої якості ріллі відзначаються у відносно невеликому (2,56 млн. га) просторі Центрального й Лівобережного Лісостепу, де поширені чорноземи типові й опідзолені легко- та середньосуглинкового складу, помірно гумусовані, з високим потенціалом і фактичним рівнем агрегації. Помірно виражені міцності показники й досить тривалий період з вологістю фізичної спілості дозволяють обробляти їх у період найкращого кришіння з мінімальними витратами енергії. Більше того, тут є всі можливості мінімізувати обробіток і навіть повністю відмовитися від нього, тобто, тим самим мінімізувати механічне навантаження на ґрунт і захистити його від фізичної деградації. У цьому випадку небезпека переущільнення, розпилення й утворення брил усувається. Крім того, тут практично не діють чинники, що ускладнюють обробіток (щебенюватість, солонцюватість і оглеєність) (рис. 2.15).

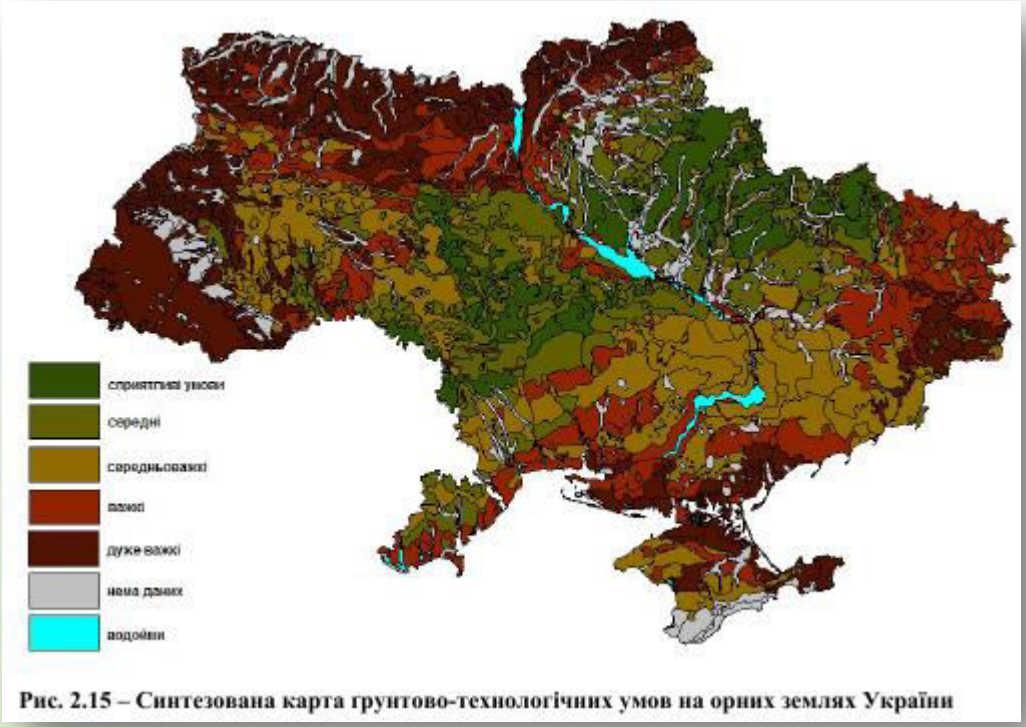


Рис. 2.15 – Синтезована карта ґрунтово-технологічних умов на орних землях України

Однак, поряд з високою оцінкою ріллі, доводиться констатувати, що в Україні цілком достатньо інших менш цінних територій. Навіть у Поліссі, де домінують ґрунти легкого гранулометричного складу, обробіток яких не створює будь-яких істотних труднощів, ґрунтово-технологічні умови, проте, оцінено як важкі й дуже важкі. Причина - у надзвичайно високій рівноважній щільності будови, дуже низькому потенціалі й фактичному рівні агрегації, існуванні небезпеки розпилення і досить частій присутності в поверхневому шарі оглеєності.

Також строкаті ґрунтово-технологічні умови в Степу, причому їхня складність чітко зростає до півдня і сходу. У цілому можливості для ощадливого і якісного обробітку ґрунтів у цій зоні незрівнянно гірші, ніж у Лісостепу.

Подолання фізичної деградації ґрунтів. ***Найбільш ефективний шлях подолання фізичної деградації – мінімалізація обробітку аж до повної відмови від нього (нульовий варіант)***. За підрахунками ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського», в Україні є великі можливості для впровадження мінімальних способів обробітку. Заважає цьому низька культура землеробства, надлишок бур'янів і вимушене застосування оранки і інших численних передпосівних і міжрядних обробітків як засобу боротьби з ними. ***Найбільш ефективний захід зменшення негативних наслідків переущільнення – впровадження стандарту (ДСТУ) припустимого тиску ходових систем на ґрунт.*** Нещодавно такий стандарт було прийнято в Україні. Уведення стандарту реально тільки на техніку, що розроблюється, тобто у перспективі. Але зараз на полях працює велика кількість машинно-тракторних агрегатів, які продовжують ущільнювати ґрунт. Для цієї техніки опрацьовано і пропонується декілька заходів. *Головний їхній зміст – зменшити навантаження на ґрунт за рахунок конструктивного дообладнання ходових систем додатковими (спареними чи строєними колесами), або більш рішучого впровадження мінімальних і нульових технологій обробітку*. Потенційно мінімальний обробіток ґрунту в Україні можна впроваджувати на 12-13 млн. га, нульовий – на площі, що перевищує 5,5 млн. га. Певні перспективи має так звана маршрутизація руху мобільних агрегатів при вирощуванні культур, коли всі операції здійснюються за одними й тими самими коліями. Ця технологія здатна зменшити загальне навантаження на ґрунт у 1,5-2,0 рази порівняно із стандартною технологією.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

Тема: **КЛАСИФІКАЦІЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

1. Класифікація і властивості мінеральних добрив;

2. Азотний фонд грунту і діагностика ефективності застосування азотних добрив;

3. Виробництво складових азотних добрив;

4. Азотні добрива;

4.1. Аміачно-нітратні добрива;

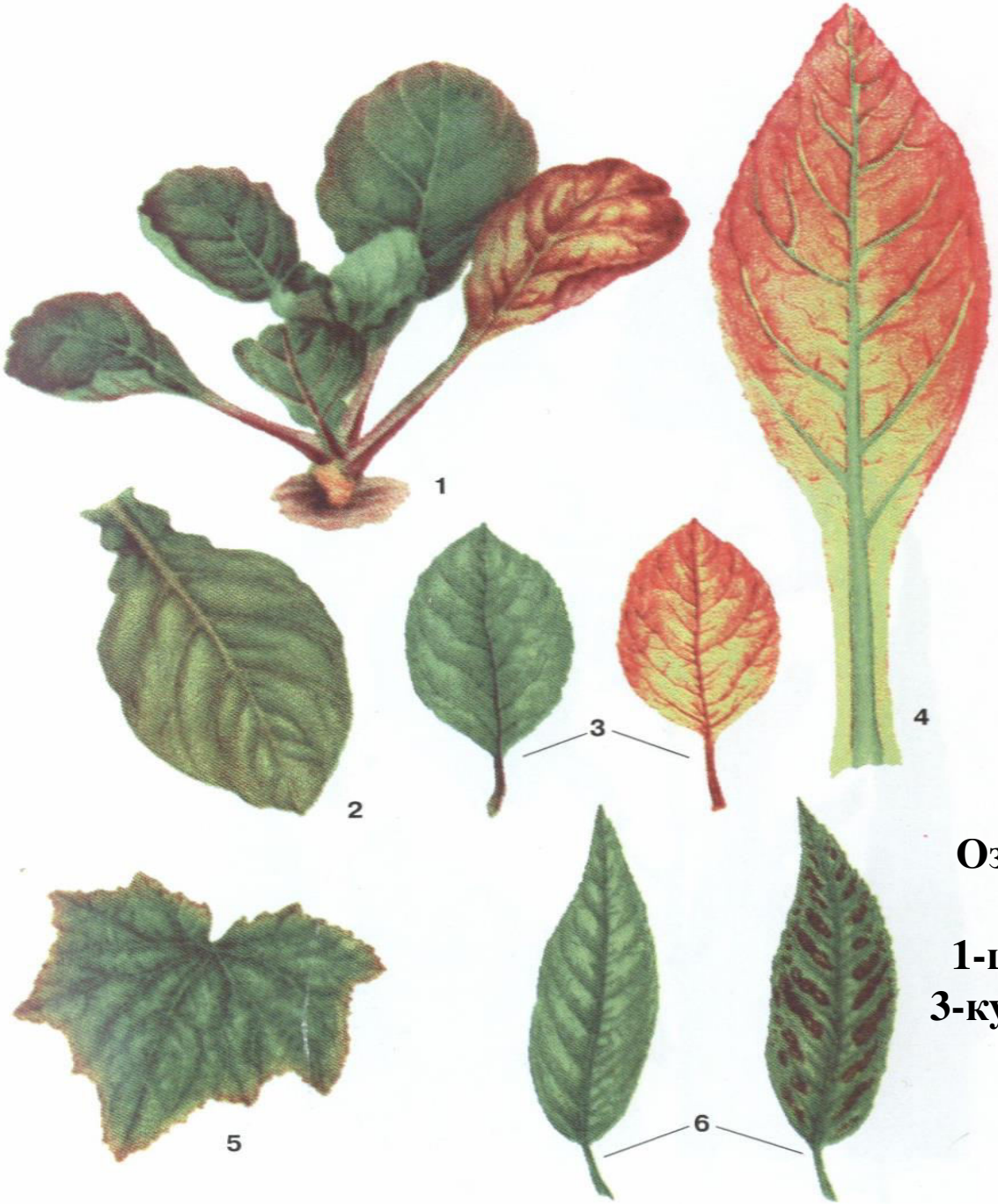
4.2. Аміачні добрива;

4.3. Рідкі азотні добрива;

13.4.4. Нітратні добрива;

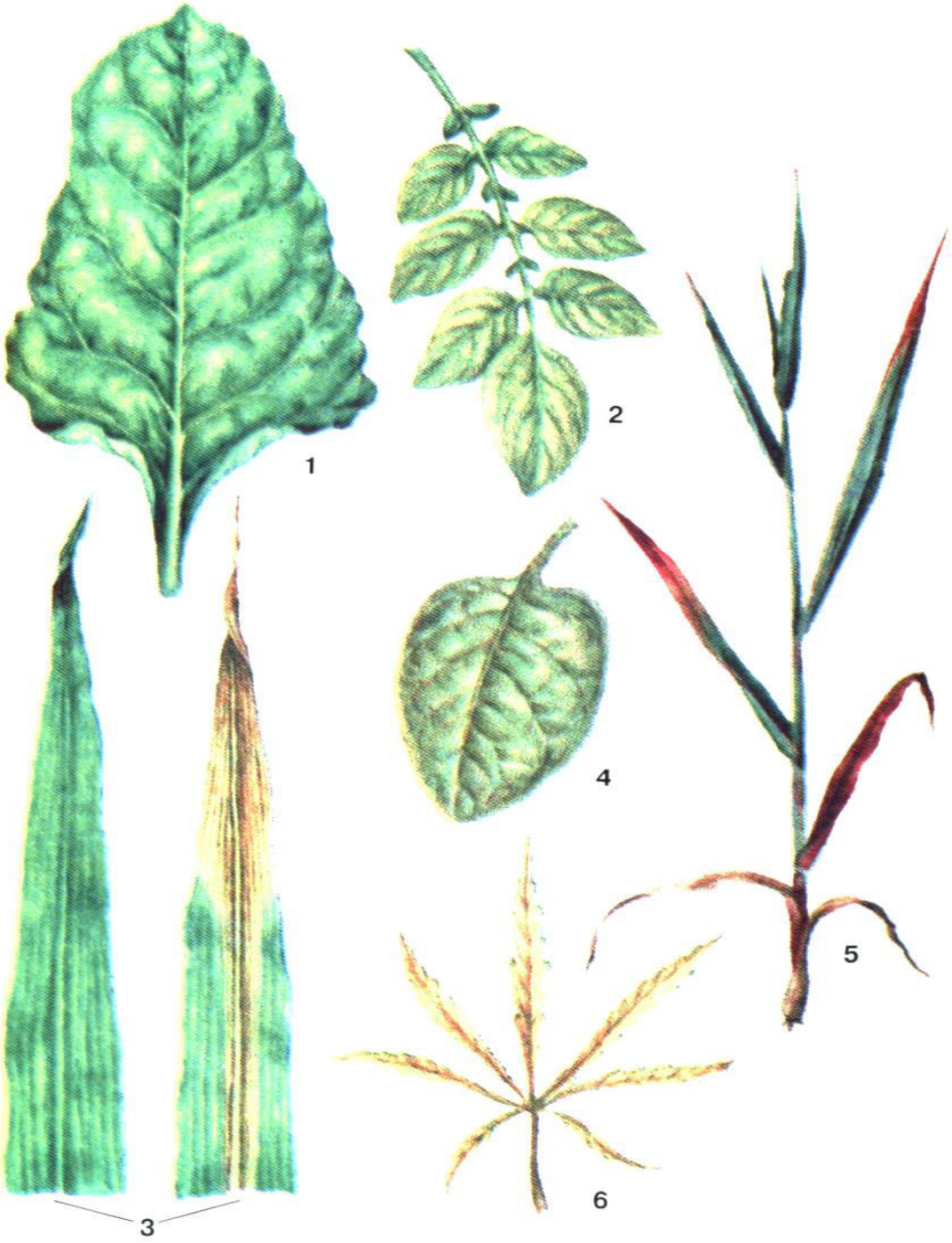
13.4.5. Амідні добрива;

13.4.6. Повільнодіючі азотні добрива;



Ознаки нестачі азоту в рослинах

1-цукрові буряки; 2-картопля; 3-кукурудза; 4-тютюн; 5-конопля.



Ознаки нестачі азоту в рослинах

1-цукрові буряки; 2-картоп-ля; 3-кукурудза; 4-тютюн; 5-конопля.

Класифікація і властивості мінеральних добрив

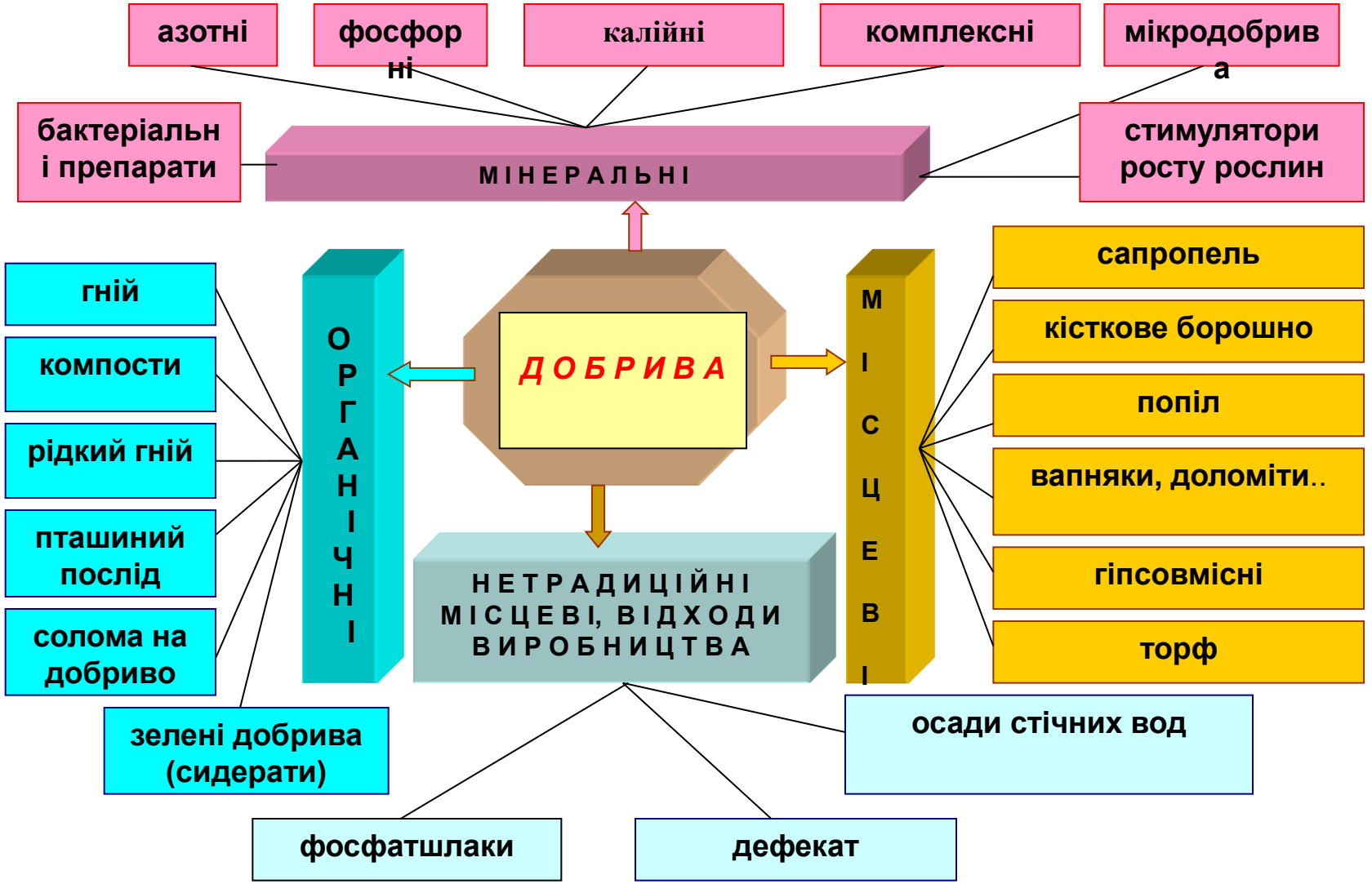
Добрива **- це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості грунту. Їх класифікують: за способом виробництва; хімічним складом; фізичним станом; характером дії на грунт і рослини; походженням.**

За способом виробництва **розрізняють місцеві і промислові добрива. До промислових належать майже всі мінеральні добрива, які виробляють на хімічних підприємствах.**

Місцеві добрива **одержують на місці їх використання, безпосередньо в господарствах, або поблизу них (гній, гноївка, пташиний послід, торф, сап-ропель, вапнякові туфи, зола, солома тощо.**

За хімічним складом **добрива поділяють на *мінеральні* (елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук), *органічні* (містять елементи жив-лення у вигляді органічних сполук)**

За *вмістом елемента* (сполуки), основної поживної для рослин речовини, що міститься в добриві, розрізняють *азотні, фосфорні, калійні, борні, марган-цеві, молібденові, цинкові, мідні та інші добрива.*



Класифікація добрив

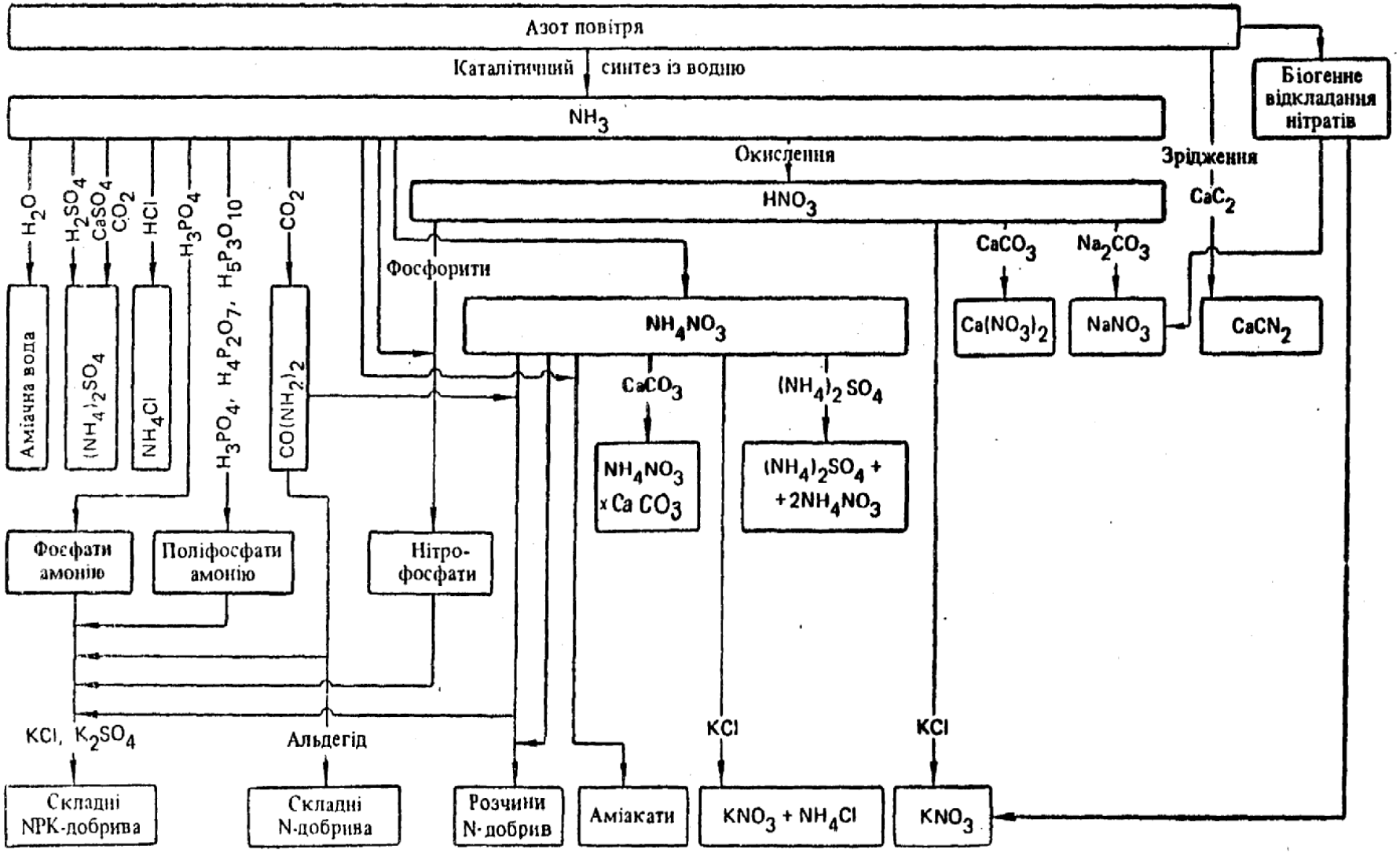


Схема виробництва простих і складних добрив

Відношення кількості поживної речовини, винесеної врожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, характеризується *коефіцієнтом використання поживної речовини* добрива.

За вмістом поживних речовин **мінеральні добрива поділяють на: прості (один елемент живлення) і комплексні (кілька елементів).**

За кількістю *елементів живлення* комплексні добрива бувають: подвійними (азотно-фосфорні-амофос, метафосфат калію); потрійними, або повними (азотно-фосфорно-калійні - нітроамофоска, азофоска).

Комплексні добрива поділяють на складні, змішані й складно-змішані. **Складні добрива містять два і більше елементів живлення в молекулі хімічної сполуки, з якої складається добриво (амофос тощо).**

Змішані добрива **- це механічна суміш простих та складних добрив в певному співвідношенні.**

Складнозмішані добрива **виробляють змішуванням готових простих добрив та введенням в суміш рідких і газоподібних продуктів (нітрофос, нітрофоска, амонізований суперфосфат).**

Бактеріальні добрива **- препарати, які містять мікроорганізми, що здатні підвищувати вміст поживних речовин в ґрунті (азотфіксуючі, бульбочкові бактерії) і мобілізувати їх, тобто переводити в доступні рослинам форми (фосфоробактерин, полімікробактерин, силікатні батерії).**

За характером дії на рослини **добрива бувають прямої і побічної дії. Добрива: прямої дії вносять безпосередньо в грунт для забезпечення рослин необхідними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні і мікродобрива); побічної дії вносять для поліпшення властивостей грунту і мобілізації з них поживних речови (вапняк і гіпс).**

За фізичним станом **мінеральні добрива поділяють на тверді і рідкі. Тверді добрива залежно від розміру часточок поділяють на порошкоподібні (розмір часточок < 1 мм) і гранульовані (1-4 мм). Ступінь подрібнення добрива визначає його тонина помолу. Гранульовані добрива випускаються у формі зерен, гранул або кульок.**

Гігроскопічність **- це здатність добрива вбирати вологу із зовнішнього середовища.**

Рідкі добрива **це - розчини у воді простих та складних добрив або взаємодія розчинів хімічних реагентів. Суміші на основі рідких добрив, які містять тверді компоненти, називають *суспендованими добривами*.**

За характером дії на **грунт добрива поділяють на фізіологічно лужні (які підлуговують) і фізіологічно кислі (які підкислюють) грунтовий розчин. *Біологічно кислі*** **добрива (карбамід) підкислюють грунт внаслідок мікробіологічного перетворення амідної або амонійної форм азоту до нітратної (шляхом нітрифікації).**

За концентрацією діючої речовини **розрізняють мінеральні добрива:**

- **низькоконцентровані (до 25);**
- **концентровані (до 60);**
- **висококонцентровані (понад 60%).**

Під *способом внесення* добрив, розуміють розподіл добрива в грунті з просторовим розміщенням його відносно рослин.

Розрізняють способи внесення добрив:

- ***основне*** **(внесення добрив під оранку зябу, а також перед висаджуванням або сівбою);**
- ***передпосівне*** **(внесення добрив одночасно з сівбою або висаджуванням);**
- ***підживлення*** **(внесення добрив в протягом вегетації рослин). Якщо добрива вносять в грунт раз на кілька років, то говорять про *внесеннння добрива про запас.***

Технологія внесення добрив **це - комплекс послідовних виробничих операцій, пов'язаних з внесенням добрив.**

Розрізняють *суцільне, або розкидне внесення добрив* (рівномірний розподіл добрива по верхні грунту); *та локальне, або місцеве* (розміщення добрива в грунті осередками різної форми яке буває *поверхневим та глибоким).*

Кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за один прийом, називається *дозою внесення добрива.*

Ефективність добрива, внесеного під попередник на другий і наступні роки, називається *післядією добрива.*

Валовий вміст азоту, фосфору і калію в орному шарі грунту, %

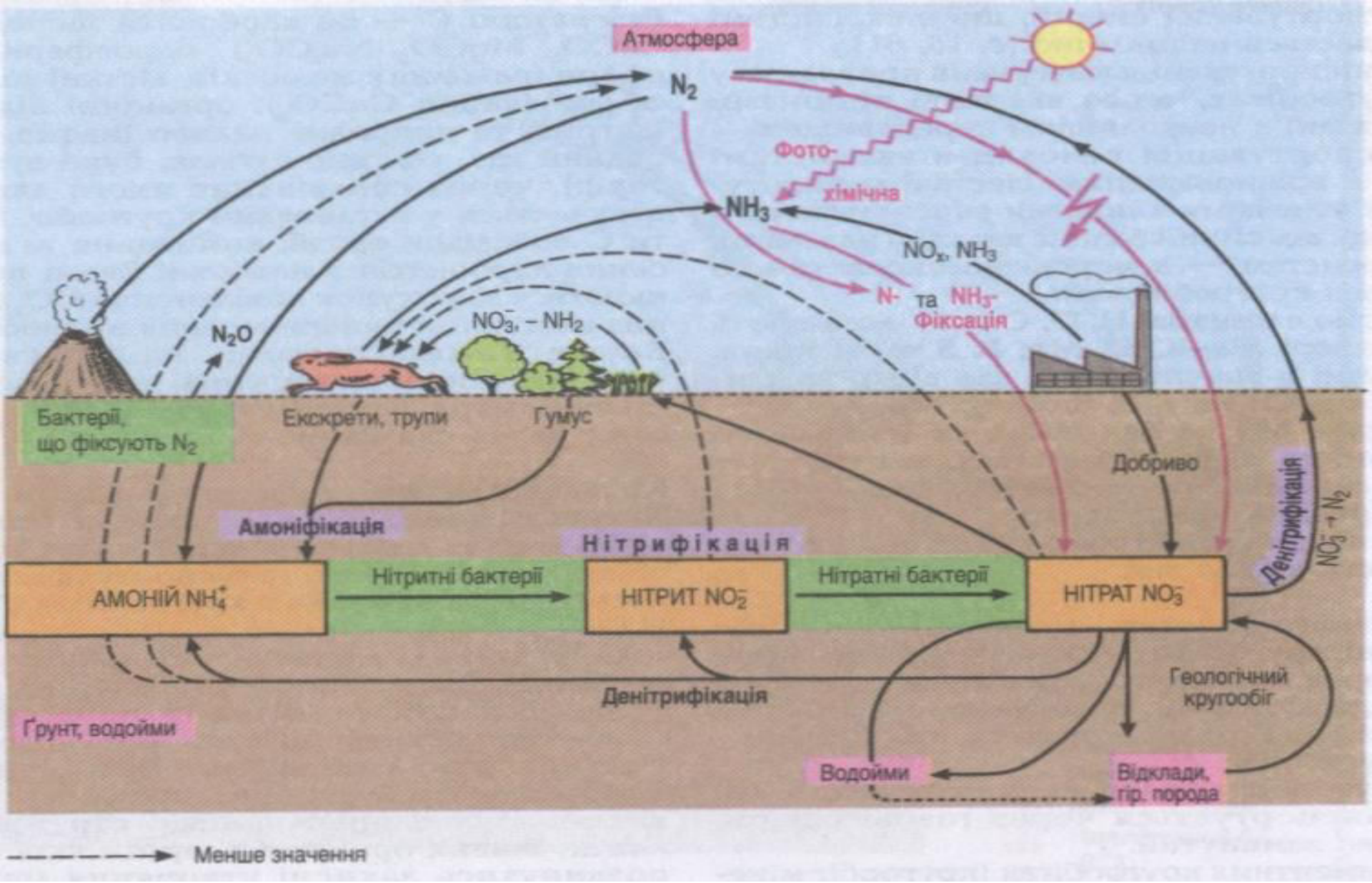
(за даними П.М. Смирнова)

Грунт	N	P_2O_5	K_2O
Дерново-підзолистий	**0,04-0,13**	**0,02-0,15**	**0,50-2,50**
Чорнозем	**0,20-0,50**	**0,10-0,30**	**1,75-2,50**
Сірозем зрошуваний	**0,05-0,20**	**0,08-0,20**	**1,00-3,00**

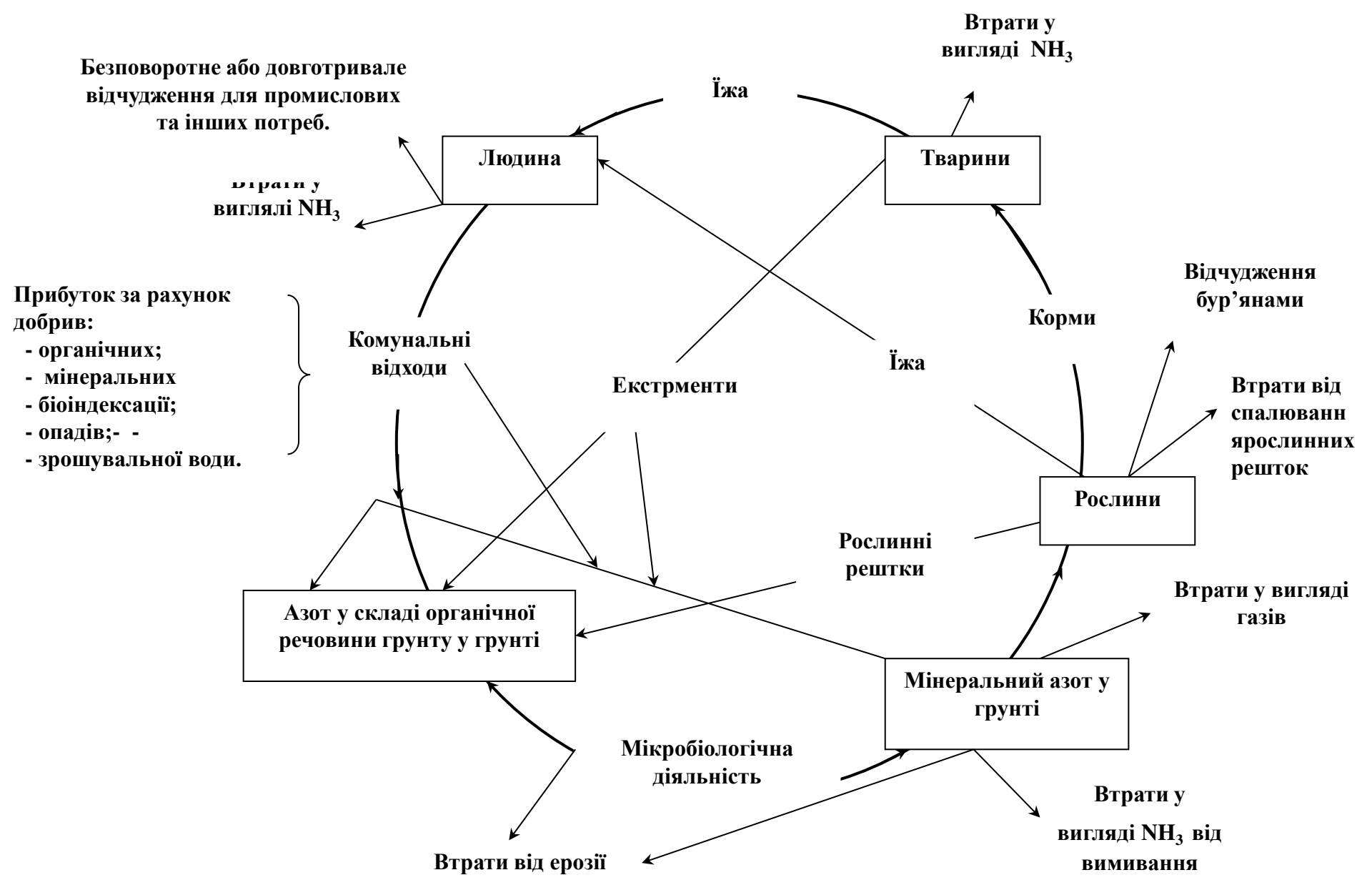
Вплив систематичного застосування добрив в сівозміні на інтенсивність нітрифікації орного шару темно-сірого опідзоленого грунту

(за даними М.В. Козлова і Л.С. Решетник)

Варіант досліду	Кількість NO_3^-, мг/100 г грунту:		
	на 7 добу	на 14 добу	на 21 добу
Без добрив (контроль)	1,5	2,2	3,7
Доза мінеральних добрив	1,6	2,3	5,6
Дві дози мінеральних добрив	2,4	4,4	8,4



Колообіг азоту в природі



Азотний цикл в природі з втручанням людини

(витрати перевищують надходження, за В.Г. Мінєєвим, 1986)

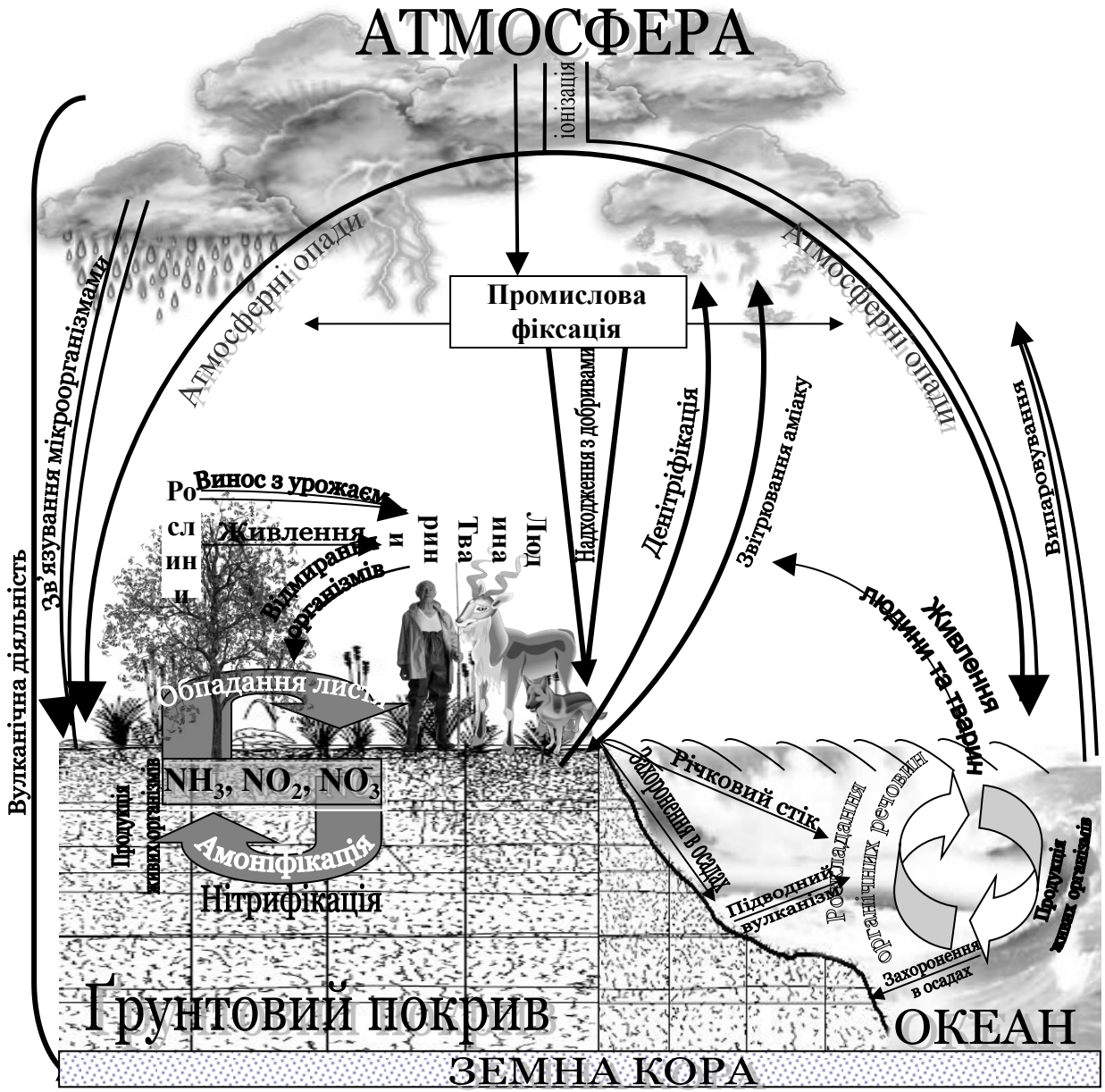
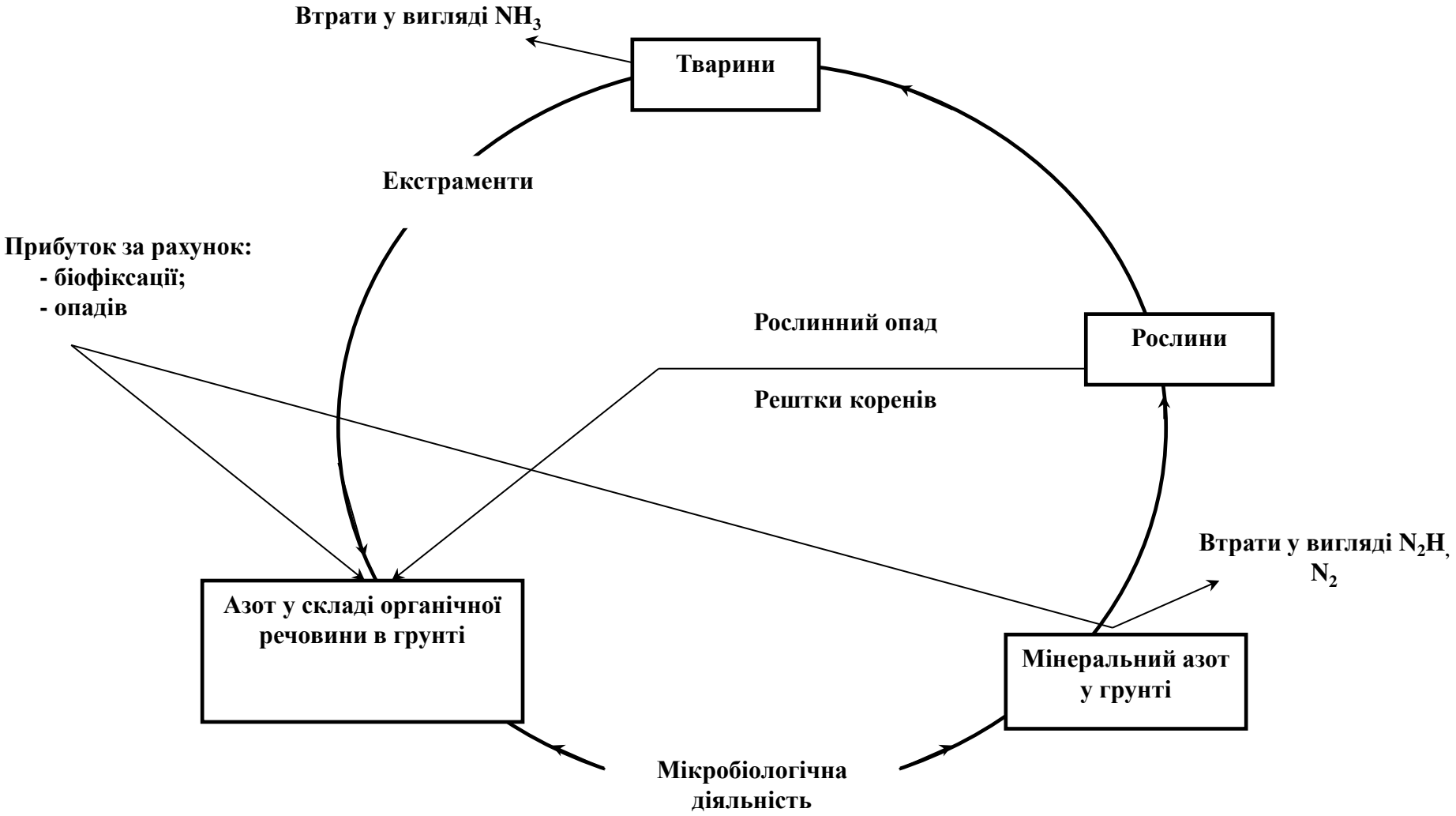


Схема колообігу азоту в природі



Азотний цикл в природі без втручання людини
(надходження перевищує витрати, за В.Г. Мінєєвим, 1986)

містяться в ньому, і визначається генетичними властивостями ґрунтів і залежить від швидкості мінералізації органічних речовин.

<u>В його складі присутні такі *форми азоту:*</u>

- *мінеральний* **(NH_4^+, NO_3^-) - доступний для рослин і характеризує забезпеченість грунтів азотом на період визначення*;***

- *легкогідролізований* - резерв для поповнення мінеральних форм азоту. Він складається з NH_4^+, NO_3^-, NO_2^- амідів, амінокислот і характеризує забезпеченість ґрунту азотом протягом періоду вегетації;

- *важкогідролізований* - резерв збагачення ґрунтів на мінеральні форми азоту. Це - азот амінів, частина необмінного аміаку та азот гумінів;

- *негідролізований азот* (гуміни, меланіни, бітуми, необмінний амоній) - майже не бере участі в азотному обміні між ґрунтом і рослиною.

Амоніфікація **- розкладання органічних речовин ґрунту під впливом мікроорганізмів (бактерій, актиноміцетів, плісеневих грибів) до аміаку.**

Нітрифікація **- окислення аміаку під впливом аеробних бактерій, до азотної кислоти та її солей.**

Денітрифікація**- процес відновлення нітратного азоту до молекулярного N_2 або до**

Засвоєння рослинами (в середньому 50%; різниця від 5 до 70%)

Газоподібні втрати (в середньому 15-20%; різниця від 0 до 60%)

Ґрунтовий вбирний комплекс

Фізичні втрати (вимивання, ерозія, стік і т.д. в середньому 5-20%; різниця від 0 до 60%)

Фіксація NH4 мінеральною частиною грунту (до 10%)

Закріплення біомасою грунту (в середньому 20-30%; різниця від 0 до 60%)

Схема перетворення азоту мінеральних добрив у грунті.

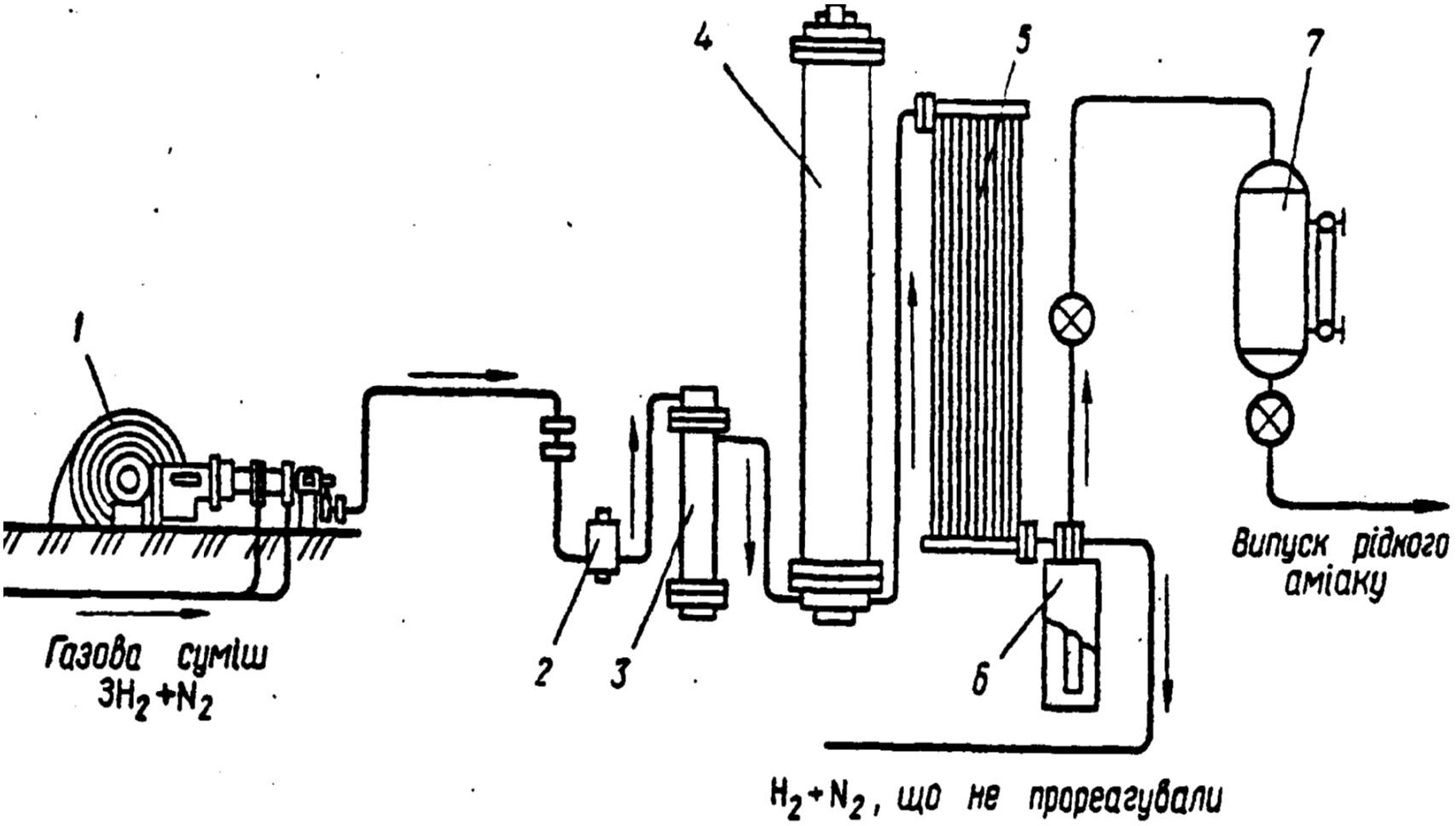
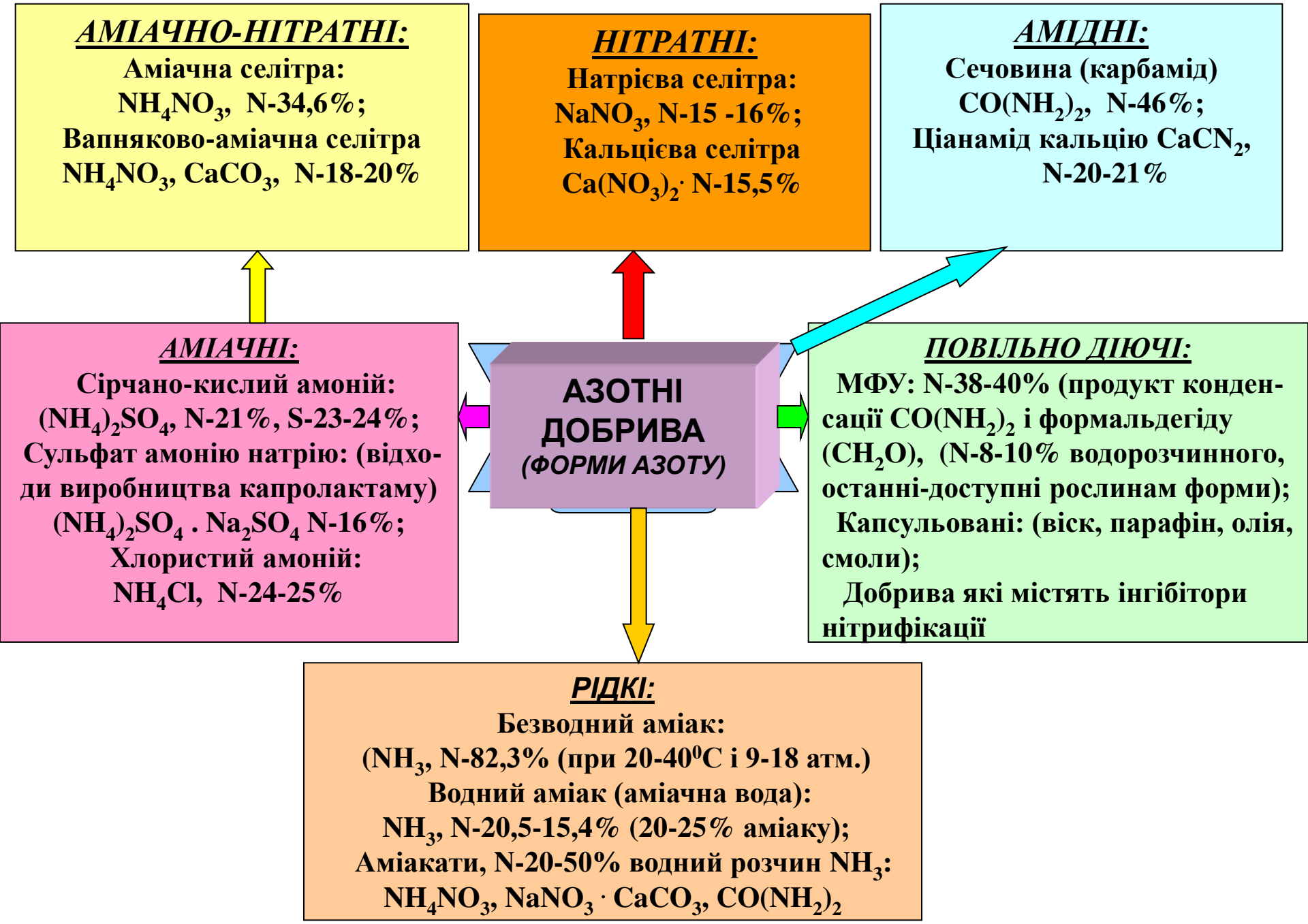


Схема виробництва синтетичного аміаку:

де: **1 - компресор; 2 - масловіддільник; 3 - фільтр; 4 - контактний апарат; 5 - холодільник; 6 - газовіддільник; 7 - збірник рідкого аміаку.**


АМІАЧНО-НІТРАТНІ:
Аміачна селітра:
NH_4NO_3, N-34,6%;
Вапняково-аміачна селітра
NH_4NO_3, $CaCO_3$, N-18-20%
НІТРАТНІ:
Натрієва селітра:
$NaNO_3$, N-15 -16%;
Кальцієва селітра
$Ca(NO_3)_2$· N-15,5%
АМІДНІ:
Сечовина (карбамід)
$CO(NH_2)_2$, N-46%;
Ціанамід кальцію $CaCN_2$,
N-20-21%
АМІАЧНІ:
Сірчано-кислий амоній:
$(NH_4)_2SO_4$, N-21%, S-23-24%;
Сульфат амонію натрію: (відхо-ди виробництва капролактаму)
$(NH_4)_2SO_4$. Na_2SO_4 N-16%;
Хлористий амоній:
NH_4Cl, N-24-25%
АЗОТНІ ДОБРИВА
(ФОРМИ АЗОТУ)
ПОВІЛЬНО ДІЮЧІ:
МФУ: N-38-40% (продукт конден-сації $CO(NH_2)_2$ і формальдегіду (CH_2O), (N-8-10% водорозчинного, останні-доступні рослинам форми);
Капсульовані: (віск, парафін, олія, смоли);
Добрива які містять інгібітори нітрифікації
РІДКІ:
Безводний аміак:
(NH_3, N-82,3% (при 20-40^{0}C і 9-18 атм.)
Водний аміак (аміачна вода):
NH_3, N-20,5-15,4% (20-25% аміаку);
Аміакати, N-20-50% водний розчин NH_3:
NH_4NO_3, $NaNO_3$ · $CaCO_3$, $CO(NH_2)_2$

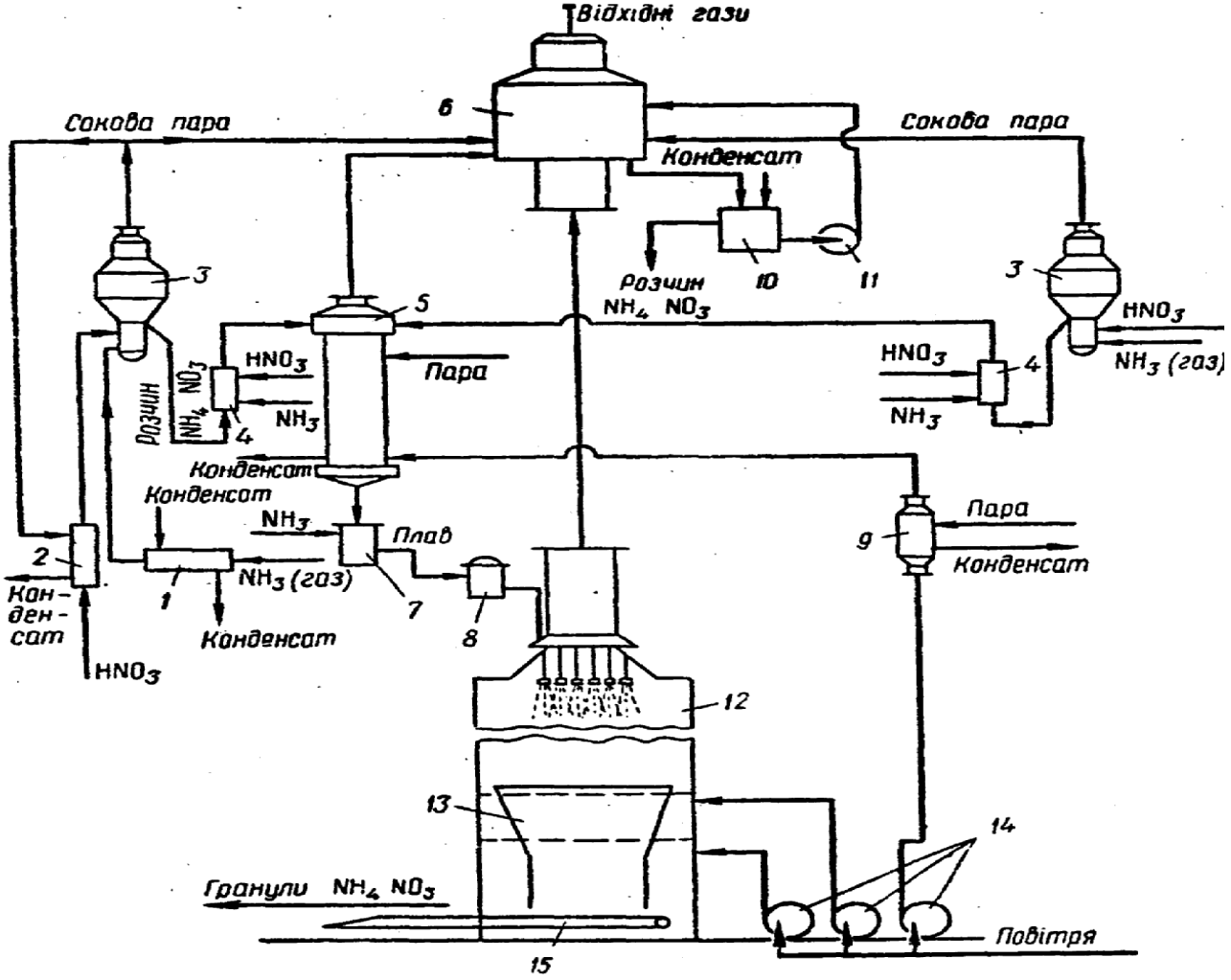


Схема виробництва аміачної селітри:

де: **1 - нагрівач аміаку; 2 - нагрівач азотної кислоти; 3 - нейтралізатори; 4 –донейтралізатори; 5 - випарний апарат; 6 - промивний скрубер; 7 - гідрозатвор плаву аміачної селітри; 8 - фільтр; 9 - нагрівач повітря; 10 - бак циркулюючого розчину; 11 – відцентровий насос; 12м - грануляційна башта; 13 - апарат для охолодження гранул в киплячому шарі; 14 - вентилятори; 15 - конвеєр.**

Амонійно-нітратні добрива

Аміачна селітра (нітрат амонію, азотнокислий амоній) NH_4NO_3 – найпоширеніше азотне добриво. Містить 34,7-35,0% азоту (порівну в аміачній і нітратній формах). Її виробництво ґрунтується на нейтралізації газоподібним аміаком 45-58%-го розчину азотної кислоти з наступним випарюванням. Це - гранульована або кристалічна речовина, білого, жовтого, червоного кольору (залежно від домішок) високої гігроскопічності. При зберіганні за несприятливих умов кристалізується, утворюючи тверді брили.

Це - слабокисле добриво; фізіологічна кислотність якого менша, ніж сульфату і хлориду амонію, проте іноді може підкислювати ґрунтовий розчин внаслідок перетворення аміаку на азотну кислоту під впливом мікроорганізмів-нітрифікаторів.

Застосовується на всіх типах ґрунтів, під всі сільськогосподарські культури в якості основного (в дозах до 3,0, передпосівного добрива та для підживлення (1,0-2,0 ц/га).

На дренованих ґрунтах легкого гранулометричного складу, в регіонах достатнього зволоження та при зрошенні аміачну селітру вносять в періоди найбільшого використання азоту рослинами.

Аміачну селітру не можна змішувати і зберігати з органічними речовинами оскільки це може призвести до самозаймання та вибуху.

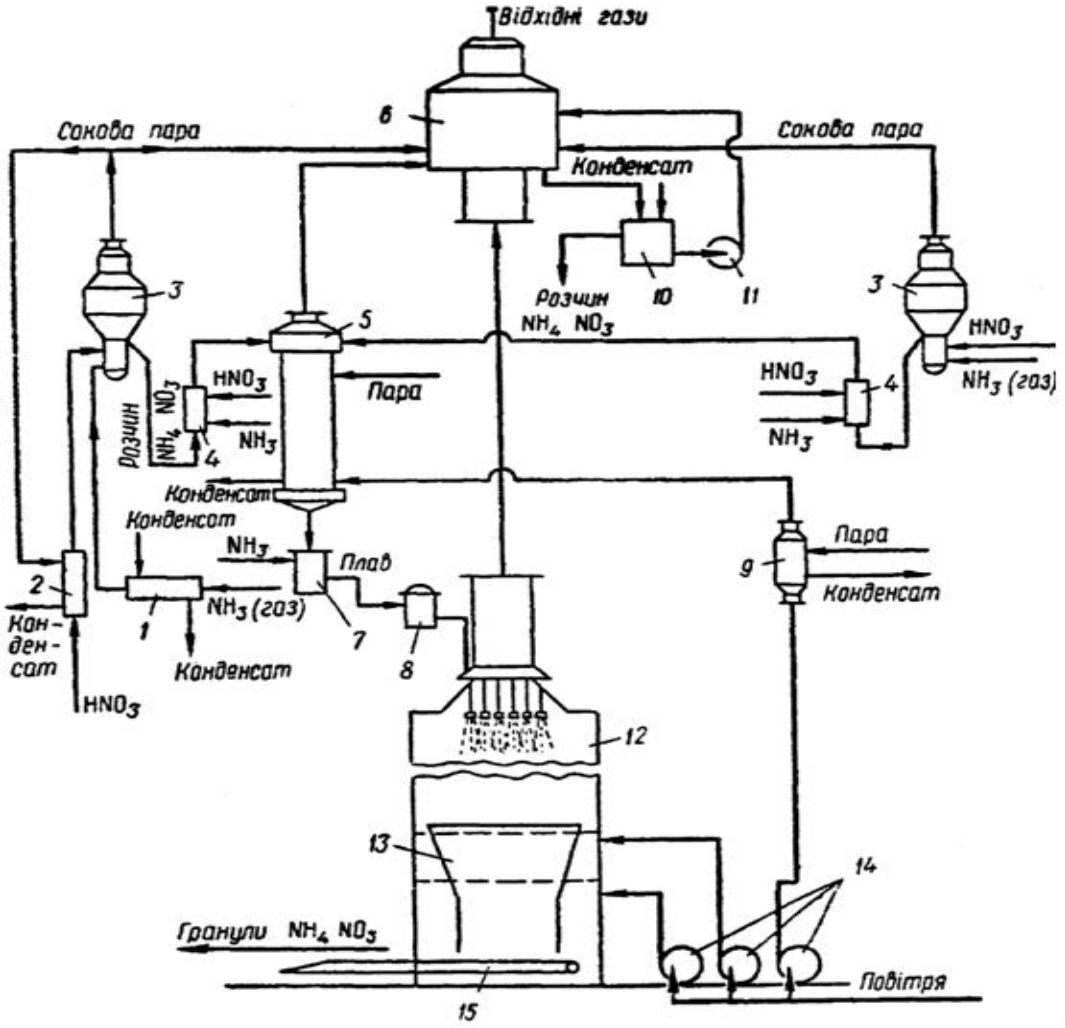


Схема виробництва аміачної селітри:

де: **1-нагрівач аміаку; 2-нагрівач азотної кислоти; 3-нейтралізатори; 4-донейтралізатори; 5-випарний апарат; 6-промивний скрубер; 7-гідрозатвор плаву аміачної селітри; 8-фільтр; 9-нагрівач повітря; 10-бак циркулюючого розчину; 11-відцентровий насос; 12-грануляційна башта;13-апарат для охолодження гранул в киплячому шарі; 14-вентилятори; 15-конвеєр.**

Вапнисто-аміачна селітра **($NH_4NO_3 \cdot CaCO_3$, у світі випускається під назвою CAN) - це аміачна селітра, нейтралізована вапняком шляхом змішування або сплавляння 60 масових частин селітри з 40 масовими частинами вапняку, містить 18-20% азоту, малогігроскопічна, випускається в гранульованому вигляді, при зберіганні не злежується і добре розсівається.**

Технологія виробництва передбачає одержання сплаву аміачної селітри, змішування сплаву з твердим компонентом, гранулювання і сушіння реакційної маси, класифікація охолодження і кондиціонування готового продукту здійснюється у варіанті: змішувач - гранулятор - сушильний барабан готового продукту.

Вапно, що входить до її складу, повністю нейтралізує кислотність нітрату амонію, внаслідок чого на кислих грунтах вона ефективніша, ніж звичайна аміачна селітра.

Вапнисто-аміачна селітра діє краще, ніж звичайна, при внесенні під цукрові буряки, озиму пшеницю, конюшину. Це добриво дуже поширене в країнах Західної Європи і перспективне в нашій країні.

Амонійні добрива.

Сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$ містить 20,5-21% азоту та 24% сірки. Це – дрібнокристалічна сіль білого (синтетичний сульфат амонію), сірого, сіро-зеленого, голубого або жовтуватого кольору (при коксохімічному виробництві). Добувають вловлюванням сірчаною кислотою аміаку, який виділяється з газами коксових печей. Значну кількість сульфату амонію отримують як побічний продукт при виробництві капролактаму. Це фізіологічно кисла сіль, тому після засвоєння рослинами в ґрунті катіонів амонію залишається вільна сірчана кислота внаслідок чого добриво має слабокислу реакцію. Під час нітрифікації у грунті утворюється азотна кислота, а вивільняється сірчана витісняючи із грунтового розчину катіони.

Малогігроскопічне добриво, майже не злежується, добре розсівається та розчиняється у воді.

Недоліки сульфату амонію - низький вміст азоту та висока фізіологічна кислотність добрива. Підкислююча дія і ефективність сульфату амонію залежать від типу ґрунту, доз і тривалості його внесення, біологічних особливостей культури.

За його систематичного застосування грунт, якщо він не містить достатньої кількості основ, поступово підкислюється, потребуючи періодичного вапнування.

Після внесення у грунт сульфат амонію розчиняючись вступає в обмінні реакції з катіонами грунтового вбирного комплексу:

Амоній добре закріплюється у грунті і залишається доступним рослинам, тому його вносять як восени так і весною.

На чорноземах застосування сульфату амонію на розвиток рослин негативного впливу не має: його дія прирівнюється до нітратних форм азотних добрив, а інколи її і перевищує. На дерново-підзолистих провапнованих ґрунтах сульфат амонію по ефективності не поступається іншим формам азотних добрив.

Хлорид амонію (хлористий амоній) **NH_4Cl містить 24-25% азоту. Добувають як побічний продукт содового виробництва. Це – біла, жовта кристалічна, малогігроскопічна речовина, добре розчинна у воді, злежується, погано розсівається, в ґрунтах швидко розчиняючись, вступає в обмінні реакції. Увібраний амоній не вимивається з грунту атмосферними опадами, добре засвоюється рослинами, але внаслідок нітрифікаційних процесів може переходити в нітратну форму, яка не поглинається колоїдами грунту і тому може мігрувати по грунтовому профілю.**

Недоліком - високий вміст хлору (66,6%) та гігроскопічність. Це фізіологічно кисле добриво і при систематичному його внесенні, грунт підкислюється через накопичення кислотних залишків.

Хлористий амоній рекомендується використовувати як основне добриво восени під культури, які слабо реагують на присутність в добриві хлору (зернові, цукрові буряки). Оскільки хлор грунтовим вбирним комплексом не поглинається то протягом осіньо-зимового періоду вимивається у нижчі шари грунту, знижуючи токсичність. При локальному посівному внесенні та в підживлення ефективність його знижується, оскільки локалізуючись в місцях внесення стає менш доступним рослинам із слабо розвиненою кореневою системою. Крім того, інтенсивне надходження амонію в молоді рослини може зумовити токсичну дію надлишку аміаку.

Нітрат-сульфат амонію **$2NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$ містить 25-27% азоту, з них 18-19% в амонійній і 7-8% - в нітратній формах. Це-гранульована або дрібнокристалічна речовина сірувато-білого кольору. Добувають як побічний продукт виробництва капролактаму, змішуванням розплавленої аміачної селітри і сульфатом амонію або нейтралізацією сірчаної та азотної кислот аміаком.**

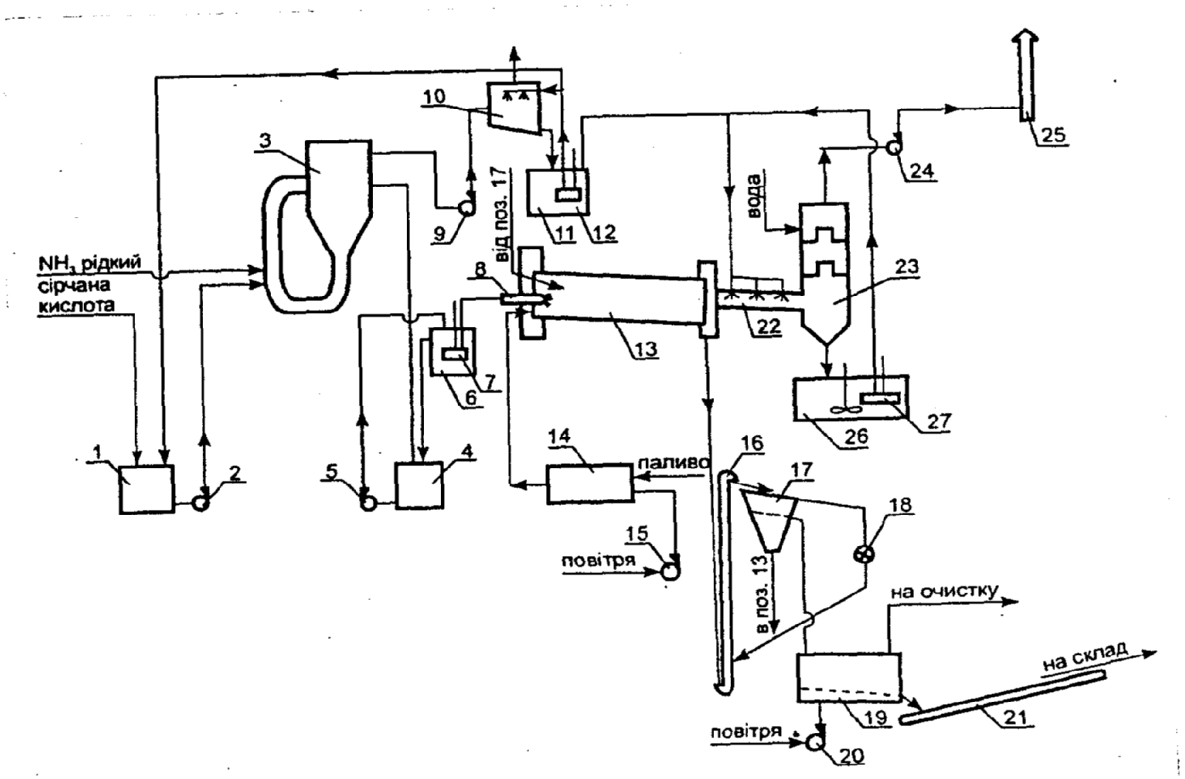
Добриво менш гігроскопічне, ніж аміачна селітра, при зберіганні менше злежується і добре розсівається, але має вищу фізіологічну кислотність. За ефективністю дії на грунт і рослини нітрат-сульфат амонію наближається до сульфату амонію. Високу ефективність забезпечує при внесенні на чорноземах і сірих опідзолених ґрунтах. В сільському господарстві його використовують в незначних об'ємах.

Застосовують на всіх типах грунтів (на кислих при внесенні нітрат-сульфат амонію рекомендується проведення вапнування) і під всі сільськогосподарські культури (особливо які вимагають сірки), в т.ч. під овочеві.

На легких за грулометричним складом грунтах його вносять весною під основний обробіток грунту та під передпосівну культивацію, а на важких - в якості основного добрива восени. Його можна добавляти в розчин рідких азотних добрив.

Дози внесення нітрат-сульфат амонію визначаються з врахуванням гранулометричного складу і агрохімічними характеристиками грунту, біологічними особливостями культур, програмованого рівня врожаю, сроків і способів застосування добрив.

Сульфат амонію удобрювальний залізовмісний **- це механічна суміш речовин $(NH_4)_2SO_4$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, Fe_2O_3 та інших домішок від світло до темно - сірого кольору в грунульованому вигляді. Вміст азоту в залежності від сорту 20, 17, 15%; Fe_2O_3 - 2, 12, 25%; вологістю до 2%. Добувають шляхом амонізації гідролізної сірчаної кислоти і відходів виробництва пігментного двоокису титану пігментного.**



Технологічна схема виробництва сульфату амонію гранульованого залізовмісного

де: **1 - бак; 2-насос; 3 - САИ; 4 - бак; 5 - насос; 6 - бак; 7 - насос; 8 - розпилююча форсунка; 9 - насос; 10 - скрубер; 11 - бак; 12 - насос; 13 - апарат БГС; 14 - теплогенератор; 15 - вентилятор; 16- елеватор; 17 - грохот; 18 - дробарка; 19 - апарат киплячого шару; 20 - вентилятор; 2 –конвеєр; 22 - газохід; 23 - адсорбер; 24 - вентилятор; 25 - вихлопна труба; 26 - бак; 27 - насос.**

Аміачні добрива:

Рідкий безводний аміак **NH_3 - висококонцентроване безбаластне азотне добриво, що містить в залежності від марки 99,9-99,6% аміаку і не менше 82,0% азоту. Це безбарвна рідина густиною 0,61 г/см^3 (при 20^{0}С), яку зберігають в спеціальних стальних цистернах. На повітрі бурхливо кипить і швидко випаровується. Добувають зрідженням газоподібного аміаку при - 33,3 ^{0}С.**

Випускається трьох марок А, АК і В. Найбільш перспективною є марка В. Крім як добрива його використовують і для амонізації торфу, обробки соломи та гною, розкислення силосу, дезинфекції приміщень, знищення деяких ґрунтових патогенних організмів. Недоліками рідкого аміаку порівняно з твердими добривами є його втрати (звітрювання в атмосферу), високі затрати на техніку для зберігання та внесення, висока токсичність для людей.

При внесенні рідкого аміаку у грунт восени і весною при 60% польової вологості , аміак поглинається грунтовим розчином, сорбується його колоїдами і не вимивається, утворюючи гідроксид амонію, який з аніонами грунтового розчину утворює солі. Важкі суглинкові грунти можуть зв'язувати до 2700, а супіщані - 1600 кг рідкого аміаку на гектарі, втати його газоподібних форм не перевищують прицьому 1,5%. На сухих або дуже перезволожених грунтах втрати аміаку зростають, особливо при мілкій його заробці і на грунтах легкого гранулометричного складу. На важких і середніх суглинках глибина його заробки - 10-12, легкого гранулометричного складу - 14-16 см, а на недостатньо підготовлених, перезволожених і провапнованих площах глибину заробки збільшують на 3-5 см до рекомендованої.

В перший період після внесення рідкого аміаку реакція грунтового розчину спочатку підлуговується до pH-9, а потім підкислюється внаслідок нітрифікації

Аміачна вода **(водний аміак, $NH_3 \cdot H_2O$) - розчин аміаку у воді із вмістом відповідно 16,5 і 20,5%. Азот в амачній воді перебуває у формі іонів амонію NH_4OH+ і вільного аміаку NH_3. Співвідношення між ними 1 : 250. В одному обємі води розчиняється біля 700 об'ємів аміаку. Це - жовтувата рідина із запахом нашатирного спирту. В першому сорті міститься 20% азоту і 25% аміаку, у другому – відповідно 16,5 і 20,5 %.**

Вносять рідкі азотні добрива спеціальними агрегатами заробляючи на важких за гранулометричним складом ґрунтах не менше ніж на 10-12, на легких - 14-18 см під зяблеву оранку, або весною під передпосівну культивацію та в підживлення при вирощуванні просапних культур в дозах (по азоту) що і твердих добрив. Як і безводний аміак, аміачна вода підкислює грунт тому для нейтралізації її 1 т вносять 0,3-0,4 т карбонату кальцію.

На глинистих грунтах і особливо легкого гранулометричного складу аміачну воду вносять восени при температурі грунту менше 10 ^{0}С, а весною під передпосівну культивацію та в підживлення просапних культур.

Тривале внесення аміачної води на одному полі не рекомендується оскільки посилюються процеси мінералізації органічних речовин, що потребує додаткового внесення органічних добрив.

Аміачна вода – хімічно лужне рідке азотне добриво яке в грунті під впливом мікроорганізмів підкислює грунт.

Внесення аміачної води та рідкого аміаку на всіх грунтах зумовлює часткову його стерилізацію та знищення грунтових шкідників і корисної мікрофлори, які населяють грунт, зменшуючи кількість грибів, бактерій, актиноміцетів. Кількість мікроорганізмів, які переносять підвищену кислотність через кілька днів зростає в 25 разів.

Аміачні добрива позитивно впливають на розвиток кореневої мікрофлори, збільшуючи кількість амоніфікаторів та нітрифікаторів та зменшуючи присутність деніт-

Цистерны для хранения аммиачной воды

Цистерна, переоборудованная для заправки аммиачной воды

Культиватор КУ-3А

Культиватор КУ-6А

Автоцистерны для транспортировки аммиачной воды

Агрегат АША-2

Опрыскиватель-подкормщик ЭКО-600Л

Аміакати *(рідкі аміни)* **$Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot mH_2O$. Це – концентровані рідкі азотні добрива, що є розчинами аміачної селітри або суміші сечовини і кальцієвої селітри в аміачній воді із вмістом азоту від 30 до 50%. Це безбарвні або жовтуваті рідини із сильним запахом аміаку.**

Промислово випускаються три види аміакатів - А, Б, В. Аміакати А (вміст азоту 34-37%), і Б (37-40% азоту), виробляють з аміачної селітри і рідкого аміаку при різному їх співвідношенні. Аміакат В виробляють з аміачної і кальцієвої селітри та аміаку. Вміст азоту 28-32%. Найбільш перспективними є аміакати В.

Азот аміакатів по ефективності аналогічний твердим азотним добривам проте значно дешевший. При використанні аміакатів значно скорочуються витрати на підготовку та їх внесення, зменшується негативний вплив на навколишнє середовище.

Форми аміакатів які не містять аміаку вносять поверхнево і в підживлення некореневим способом.

Всі види аміакатів і особливо за участю нітрату амонію володіють корозійним впливом на метали.

Аміакати істотно різняться між собою не лише за концентрацією загального азоту, а й за співвідношенням його рідких форм (вільного і звязаного аміаку, амідного і нітратного азоту).

Вуглеаміакати **- це розчини карбонату $(NH_4)_2CO_3$ та гідрокарбонату амонію NH_4HCO_3 і сечовини $(NH_2)_2CO$ в аміачній воді. Вміст азоту - 18-35%. Порівняно з аміакатами А, Б і В вуглеаміакати містять значну кількість вугільної кислоти (250-400 г/л розчину).**

Карбамідно-аміачна суміш **- суміш розчинів карбаміду та аміачної селітри (КАС). Вміст азоту: КАС-28 – 28 (співвідношення карбаміду і аміачної селітри - 30-32 до 39-41); КАС – 30-30 (співвідношення карбаміду і аміачної селітри 33-35 до 41-43); КАС - 32- 32 (співвідношення карбаміду і аміачної селітри 35-37 до 43-45).**

Переваги використання КАС в порівнянні з іншими азотними добривами:

- містить 3 форми азоту: аммонійний, амідний і нітратний, завдяки чому володіє пролонгованою дією, а рослини забезпечуються трьома формами азоту протягом вегетації;

- амідна форма азоту сприяє підвищенню якості зерна пшениці (зростає вміст клейковини);

- при внесенні КАС відсутня конкуренція між добривами і рослинами за вологу;

- повна механізація погрузочно-розвантажувальних рабіт, зменшуючи витрати коштів і матеріальних ресурсів;

- при використанні КАС забезпечується висока точність дозування і рівномірність внесення по всій площі;

- виключається злежування добрив;

- добрива пожаро і взривобезпечні;

- сумісні при внесенні з пестицидами, регуляторами росту, мікроелементами, суттєво знижують витрати коштів і матеріальні ресурси, зменшується ущільнення грунту;

- використання КАС з гербіцидами дає можливість зменшити їх норму на 30% при збереженні необхідних властивостей;

- відсутні витрати на упаковку, відпадають проблеми зі збором і утилізацією тари.

Фізико хімічні властивості КАС різних марок

Показник	КАС-28 *	КАС-30	КАС-32
Зовнішній вигляд	Безбарвна, або слабо забарвлена рідина		
Густина при 20^0С, г/$см^3$	1,26-1,27	1,28-1,29	1,30-1,31
Лужність у перерахунку на вільний аміак, %	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Масова частка, % : карбаміду	30-32	33-35	35-37
аміачної селітри	39-41	41-43	43-45
сумарна азоту, не менше	28	30	32
інгібітора корозії в перера-хунку на P_2O_5, не менше	0,2	0,2	0,2

Примітка: Цифри 28, 30, 32 відповідають вмісту азоту в добриві, вираженому у відсотках.

Нітратні добрива

Натрієва (чилійська) селітра ***($NaNO_3$)*** **містить 15,5-16% азоту і 26% натрію і є побічним продуктом при виробництві азотної кислоти із аміаку методом адсорбції оксидів азоту з нітрозних газів, що виділяються в процесі виробництва азотної кислоти, розчинами гідроксиду або карбонату натрію з утворенням нітрат та нітриду натрію. Це - дрібнокристалічна гігроскопічна, гіркосолона сіль білого, сірого або бурувато-жовтого кольору. При зберіганні злежується, за умов достатньої вологості кристалізується в крупні кристали.**

Натрієва селітра - фізіологічно лужне добриво. Рослини засвоюють аніони NO_3^- швидше, ніж катіони Na^+, які з гідроксильними групами OH^- утворюють луг. При систематичному внесенні натрієвої селітри, на кислих грунтах можлива незначна їх нейтралізація, тому це добриво ефективне на грунтах із підвищеною кислотністю. На солонцях, і солонцюватих грунтах натрієву селітру застосовувати не рекомендується, оскільки підвищується лужність грунтового розчину.

Кальцієва селітра **$Ca(NO_3)_2$ (нітрат кальцію, кальциніт, тропікур, вапнякова селітра, норвежська селітра) містить 15-16% азоту і 27,5% CaO. Добувають нейтралізацією 40-48% азотної кислоти карбонатом кальцію. Це – побічний продукт при виробництві азотної кислоти внаслідок збагачення вапняного молока нітратними газами, та при виробництві комплексних добрив азотнокислою переробкою фосфатів.**

Це – досить гігроскопічне добриво, яке при зберіганні зволожується, розпливається і дуже злежується.

Випускають її в гранулах (круглих та у формі лусок) вкритих тонким шаром гіпсу, смоли, парафіну або інших речовин, що зменшують її гігроскопічність. Гранульована її форма має жовте забарвлення.

Кальцієва селітра – фізіологічно лужне добриво. Рослини засвоюють більше аніонів NO_3^-, ніж Ca^{2+} і Na^+, утворюючи в грунті основи, які підлуговують грунтовий розчин. Висока її ефективність проявляється при внесенні на кислих ґрунтах, де вона забезпечує їх кращі агро-фізико-хімічні властивості, особливо під культури, які потребують азот у великих кількостях (цукрові буряки та інші культури), що пов'язано із позитивним впливом натрію на його продуктивність.

Найбільш ефективне використання кальцієвої селітри проявляється при підживленні сільськогосподарських культур, особливо озимих і просапних.

Амідні добрива

Сечовина, або карбамід **$(NH_2)_2CO$-найбільш концентроване тверде органічне азотне добриво із вмістом 46% азоту. Це - кристалічна або гранульована речовина білого кольору, малогігроскопічна і майже не злежується під час зберігання, добре розсівається є одним з найкращих азотних добрив для позакореневого підживлення озимої пшениці навіть в підвищених концентраціях (більше 5%), не викликаючи опіків в рослин і сприяє підвищенню вмісту білку в зерні.**

Добувають взаємодією аміаку з вуглекислим газом при 185-200^{0}С і тиску 18-20 Мпа.

Карбамід найефективніше використовувати для основного удобрення, рядкового підживлення та для некореневого підживлення. Поверхневе підживлення озимих і трав менш ефективне ніж аміачною селітрою. Краща окупність поживних речовин при внесенні карбаміду в прохолодну погоду з великою кількістю опадів, втати поживних речовин при цьому різко зменшуються. Його рекомендується вносити і локально при сівбі (0,7-1,0 ц/га) на 5-8 см від рядка.

На кислих грунтах при використанні сечовини рекомендується на 1 ц добрива додавати 0,8 ц $CaCO_3$ для нейтралізації потенційної фізіологічної кислотності. В день внесення сечовину можна змішувати із суперфосфатом, фосфоритним борошном і хлористим калієм.

При внесенні карбаміду рослини здатні частково засвоювати азот із добрива без попереднього перетворення, поглинаючись листковою поверхнею у вигляді цілих молекул і включається в у цикл перетворення азотних речовин, повязаний із синтезом амінокислот.

Позитивний вплив внесення карбаміду некореневим способом проявляється за певних концентрацій робочого розчину, %: кукурудза, квасоля, томати, огірки, виноград – 0,5; яблуня, вишня, слива, тютюн 1,0; картопля капуста - 1,6; буряки, персики - 2,0; цибуля - 2,5; морква -3,0; зернові 5-30. Позакореневе підживлення зернових культур 10-15% -м розчином карбаміду у період колосіння – на початку молочної стиглості зерна сприяє підвищенню врожайності (на 2,5-3,0 ц/га) та вмісту білку на 1-3%.

Внесення карбаміду доцільно поєднувати із препаратами по захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників.

Сечовина стійка проти вилуговування, що важливо для районів с поливним землеробством і може вноситися у грунт як в твердому так і в розчиненому вигляді з іншими рідкими добривами. Карбамід марки «А» використовують в якості кормової добавки тваринам.

Допустимі концентрації розчинів карбаміду, при яких не пригнічується розвиток рослин

Культура	Концентрація, %	Культура	Концентрація, %
Зернові	5,0-3,0	Морква	1,2-3,0
Кукурудза	0,4-0,6	Цибуля	1,6-2,5
Буряки	1,5-2,0	Селера	0,8-1,0
Картопля	0,8-1,6	Тютюн	0,3-1,2
Квасоля	0,3-0,4	Персик	1,2-1,5
Огірки	0,3-0,4	Виноград	0,4-0,7

Вплив карбаміду та аміачної селітри на врожайність сільськогосподарських культур
(узагальнені дані географічної сітки дослідів з добривами)

Культура	Число дослідів	Врожайність на контролі, ц/га	Приріст врожаю при внесенні: ц/га	
			аміачної селітри	карбаміду
Озимі, ярі зернові (зерно)	79	25,8	4,2	4,7
Картопля (бульби)	84	192,9	42,7	41,1
Цукрові буряки	21	301,7	47,8	39,7
Озимі зернові (зерно)	93	25,1	4,1	3,6

Повільнодіючі азотні добрива

Сечовино-формальдегідне добриво (карбамідформ, уреаформ) **- продукт конденсації сечовини $CO(NH_2)_2$ і формальдегіду (CH_2O) із вмістом азоту 37-40%, в тому числі водорозчинного 8 - 10 відсотків. Це - білий порошок який добре розсипається, не злежується і добре розсівається навіть при значній вологості.**

Переваги застосування повільно діючих азотних добрив:

- внесення повної дози азоту під запрограмований врожай в один прийом значно скорочує затрати;

- із-за пониженої розчинності у воді зводяться до мінімуму втрати азоту через звітрювання, вимивання, а також перехід азоту у важкорозчинні органічні сполуки. Повільнодіючі добрива суттєво знижують забруднення ґрунтових вод нітратами і іншими формами азоту, особливо на легких за гранулометричним складом ґрунтах;

- при використанні повільнодіючих азотних добрив підвищується коефіцієнт використання азоту добрив рослинами, запобігається нагромадження надлишкової кількості його в рослинах, особливо в нітратній формі.

Коефцієнти використання азоту мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами ***(за даними Д.О. Коренькова,1985)***

Культура	К-сть дослідів	Коефіцієнт використання азоту, % від внесеної дози		Культура	К-сть дослідів	Коефіцієнт використання азоту, % від внесеної дози	
		середній	відхилення			середній	відхилення
Озима пшениця	17	31	12-44	Рис	6	19	16-22
Яра пшениця	10	37	26-44	Зернобобові	9	53	16-21
Ячмінь	50	45	24-60	Льон	2	34	33-36
Овес	33	44	13-61	Картопля	7	40	25-45
Кукурудза	7	40	35-63	Чай	3	32	26-39

Окупність помірних норм азотних добрив за збалансованого фосфорного і калійного живлення рослин ***(за даними польових дослідів агрохімслужби України)***

Зона, ґрунти	Окупність 1 кг азоту добрив приростом урожаю, *кг:*				
	Пшениця озима	Ячмінь ярий	Картопля	Буряк цукровий	Соняшник
Полісся, Карпати					
Дерново-підзолисті	5,2	7,7	2,2	–	–
Лісостеп					
Чорноземи типові та опідзолені	3,7	4,0	14	18	5,0
Темно-сірі лісові	5,8	8,0	23	59	3,2
Сірі лісові	8,6	9,7	7,0	159	–
Степ					
Чорноземи звичайні	6,0	3,2	–	39	3,0

Основні напрямки підвищення ефективності азотних добрив:

- дотримання технології використання азотних добрив з врахуванням доз, форм, строків і способів їх внесення;

- рекомендоване співвідношення азоту з іншими макро і мікроелементами в залежності від родючості ґрунтів і біологічних вимог сільськогосподарських культур;

- удосконалення методів оптимізації азотного живлення сільськогосподарських культур протягом вегетації з врахуванням прямої дії добрив як джерела живлення рослин і побічним, пов'язаним із мобілізацією додаткового «екстра азоту», внаслідок активізації процесів мінералізації органічних речовин ґрунту;

- використання інгібіторів нітрифікації з метою зменшення втрат азоту;

- удосконалення форм азотних добрив пролонгованої дії. Актуальними в цьому плані є дослідження синтезу нових видів і форм мінеральних добрив з поступовим переходом елементів живлення в ґрунтовий розчин протягом вегетації;

- періодичне вапнування в сівозміні при систематичному внесенні азотних добрив на кислих ґрунтах, особливо дерново-підзолистого типу;

- комплекс агротехнічних прийомів спрямованих на регулювання процесів мобілізації і імобілізації азоту в ґрунті при гуміфікації.

Дякую за увагу

Мінералізація азоту ґрунту при внесенні азотних добрив залежить від:

- ступеня окультуреності дерново-підзолистих ґрунтів (на добре окультурених ґрунтах більше «молодих», тобто легкогідролізованих, гумусових сполук);

- інтенсивності ґрунтових мікроорганізмів; збільшення поглинальної активності кореневої системи рослин; форм азотного удобрення (аміачні форми сприяють кращому засвоєнню азоту ґрунту ніж нітратні);

- вапнування, яке значно збільшує мобілізацію і засвоєння рослинами азоту ґрунту. Аміачні добрива з вапном слід вносити в такому співвідношенні: на 100 кг аміачної селітри 60-70 кг вапна, на 100 кг сульфату амонію - 100-130 кг вапна. Більші їх дози можуть призводити до втрат азоту у вигляді форм аміаку;

- внесення гною, з яким в грунт надходить додаткова кількість мікрофлори, активно мінералізуючи органічний азот ґрунту.

Ціанамід кальцію **$CaCN_2$ містить 20-21% азоту. Це - легкий порошок чорного або темно-сірого кольору, фізіологічно лужне добриво (до 20-28% CaO). Систематичне його внесення на кислих ґрунтах покращує їх фізичні властивості завдяки нейтралізації ґрунтової кислотності та збагаченню кальцієм. Вносять ціанамід кальцію завчасно.**

Схема перетворення азоту мінеральних добрив в ґрунті

Калієва селітра
13,5% азота, 37,6% калія

Тема: **ВМІСТ ТА ОСНОВНІ ФОРМИ СПОЛУК ФОСФОРУ В ГРУНТАХ ТА ОСНОВНІ ВИДИ ФОСФОРНИХ ДОБРИВ І ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ**

1. Джерела та поступлення фосфору в рослини

2. Вміст і форми сполук фосфору в ґрунтах

3. Гірничо-хімічна сировина для виробництва фосфорних добрив

Вплив фосфору на ріст і розвиток рослин:

- *позитивний*: прискорюється розвиток і дозрівання рослин, їх стійкість проти вилягання;

- зростає частка зерна в загальному врожаї;

- покращується його хімічний і якісний склад.

- *негативний:*

- скорочується вегетаційний період;

- культури передчасно дозрівають;

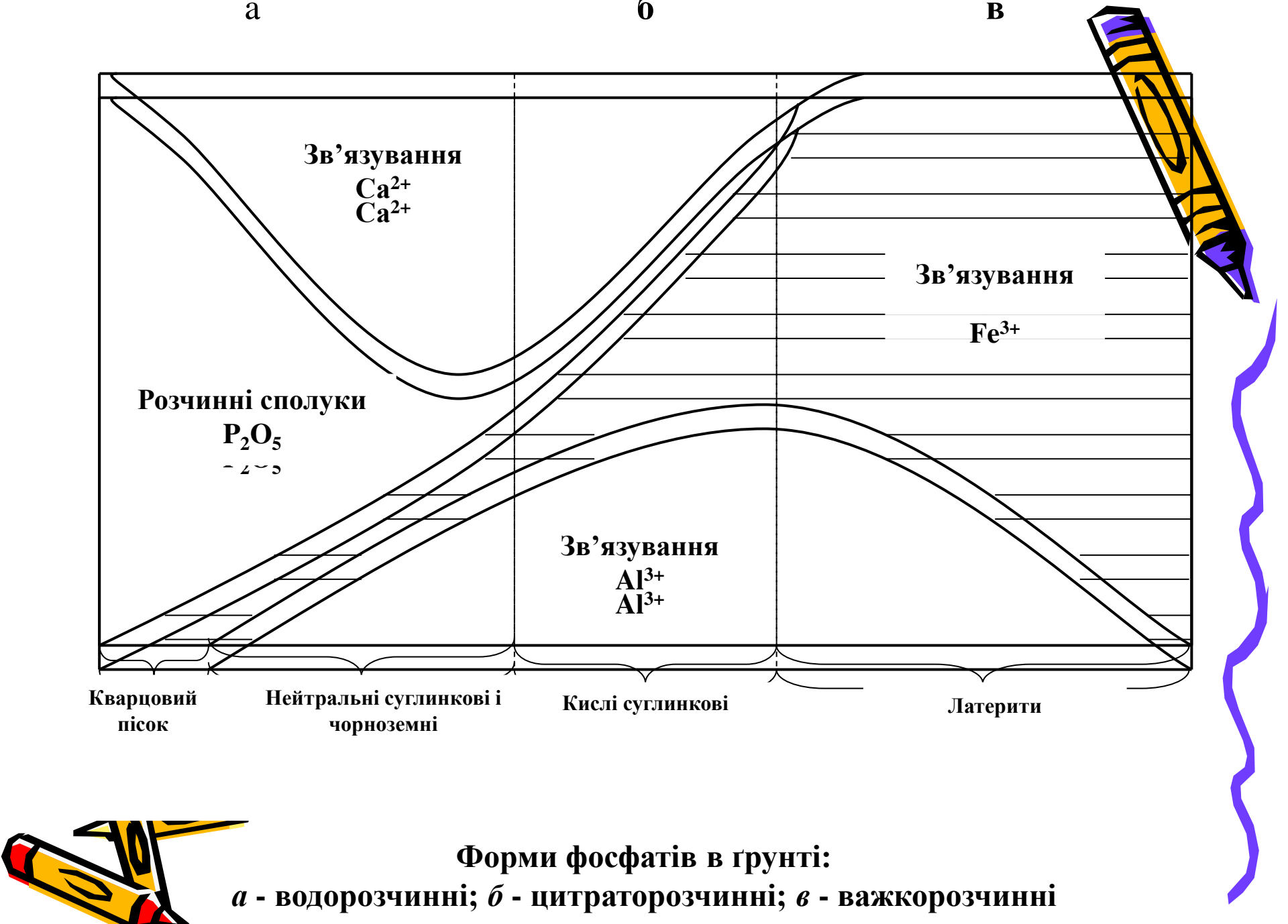
- зменшується збір товарної продукції;

- в урожаї накопичується багато мінерального фосфору який був не використаний в синтетичних реакціях;

- проходить передчасне в'янення листя.

Вміст фосфатів в основних типах ґрунтів України

Типи ґрунтів	Вміст P_2O_5 в орному шарі, (т/га):		
	Загальний	в т.ч. форми:	
		органічна	мінеральна
Дерново-підзолистий	2,6	0,7	1,9
Сірий лісовий	2,5	1,1	1,4
Чорнозем	4,4	1,6	2,8
Сірозем	4,2	0,6	3,6
Каштановий	3,6	0,9	2,7



Форми фосфатів в ґрунті:
***а* - водорозчинні; *б* - цитраторозчинні; *в* - важкорозчинні**

Забезпеченість ґрунтів доступними формами фосфору

мг/100 г ґрунту

Ступінь забезпеченості	Вміст P_2O_5 залежно від методу аналізу за:				
	Кірсанов-вим	Чирико-вим	Трусгом	Мачигі-ним	Гінзбургом і Арреніусом
Дуже низький	0-3	0-2	0-3	0-1,5	0-8
Низький	3-6	2-5	3-7	1,5-3,0	8-15
Середній	6-10	5-10	7-12	3,0-4,5	15-30
Підвищений	10-15	10-15	12-18	4,5-6,0	30-45
Високий	15-25	15-20	18-25	6,0	45-60
Дуже високий	>25	>20	>25	-	>60

Найбільш сприятлива реакція ґрунтового розчину для засвоєння рослинами фосфат-іонів - слабокисла (pH 6,0-6,5). Вплив pH пов'язаний із ґрунтом і рослинами проявляється в іонній формі ортофосфатів, який може існувати у вигляді H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} і PO_4^{3-}. У сильнокислому ґрунтовому розчині переважають H_3PO_4, а в сильнолужному - PO_4^{3-}. Внаслідок того, що фосфор в ґрунтовому розчині присутній головним чином у формі $H_2PO_4^-$ при pH 5 і у формі HPO_4^{--} при pH-7,7, то вплив pH вказує на те, що $H_2PO_4^-$ засвоюється краще, ніж HPO_4^{2-}.

При внесенні 100 кг д.р. га P_2O_5 з добривами, вміст фосфору підвищується на 1,2 мг/100 г ґрунту. Збільшення врожаю на кожен міліграм рухомого фосфору в ґрунті становить: цукрових буряків 10 ц/га, зернових - 1 ц/га.

Основною фосфатною сировиною для виробництва фосфорних добрив є:

- апатит-нефелінові, апатитові руди;

- фосфоритоносні агроруди представлені: мікрозернистими, жовнуватими, молюсковими і залишково метасоматичними типами,

Апатити **- породи ендогенного походження, часто кристалізуються з іншими мінералами, найчастіше із нефеліном. Це - безколірний, найчастіше зеленуватий або жовто-зелений мінерал з кристалами у вигляді шестигранної призми високої міцності. Це - найкраща сировина для виробництва розчинних фосфорних добрив. Апатит-нефелінові руди - багатокомпонентні. Крім фосфору і алюмінію вони містять: титан, стронцій, рідкоземельні елементи, фтор.**

Фосфорити **- гірська порода осадового походження в склад якої входять кристалічні і аморфні кальцієві фосфати з домішкою кремнію, глинистих частинок та інших мінералів.**

На Україні виявлено фосфатоносні породи у вигляді фосфоритів: жовнових, вапняно-галькових, зернисто-фосфатних порід.

За вмістом P_2O_5 розрізняють багаті фосфорити (понад 24%), середньої якості (18-24%), та бідні (5-18%).

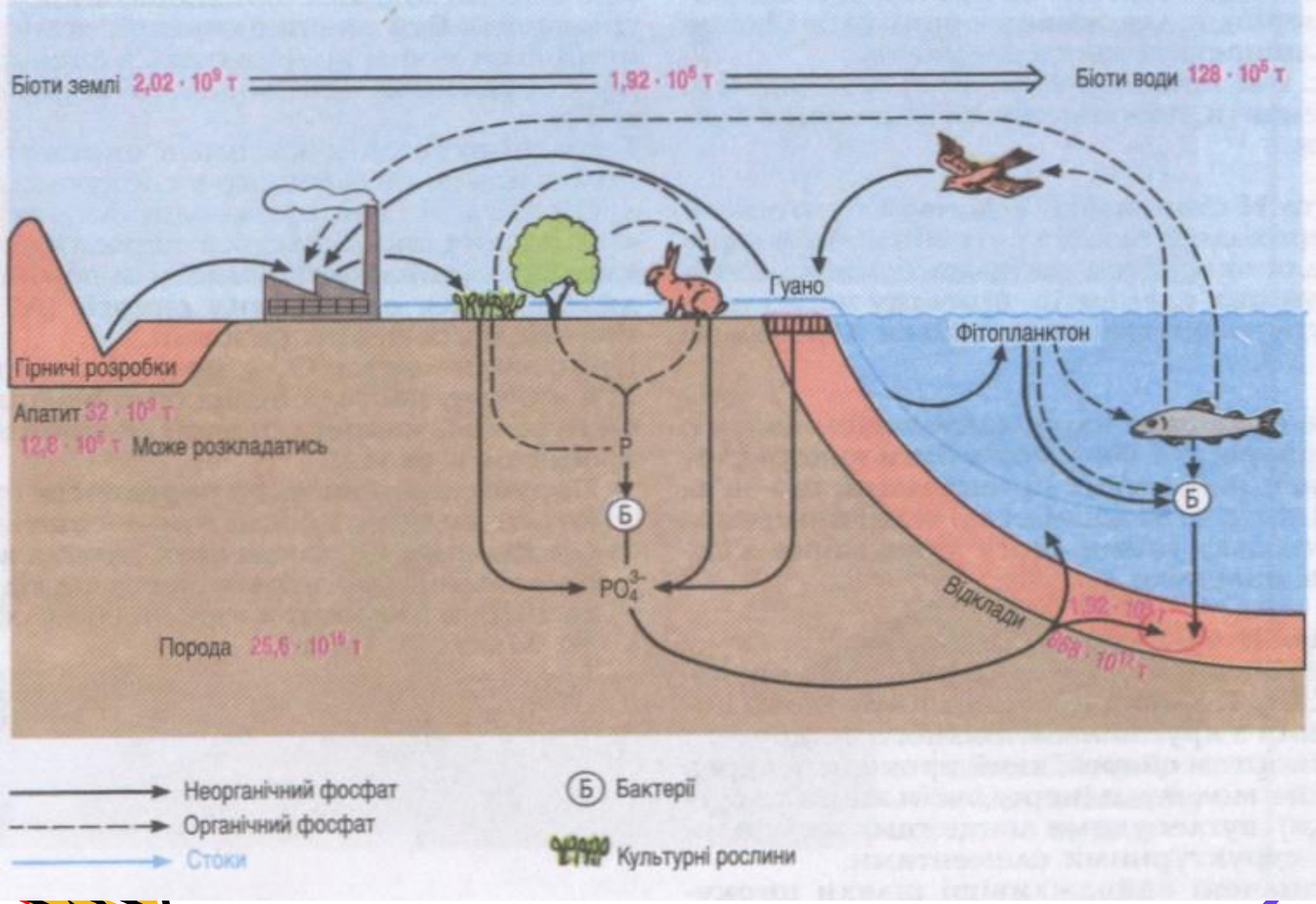
Жовнові фосфорити **представлені Волинсько-Рівненською, Київо-Каневською, Деснянською та Північно-Донецькою площадками. Найбільш вивчене Ратнівське родовище.**

Головним регіоном поширення валунно-галькових (конкреційних) фосфоритів є Поділля.

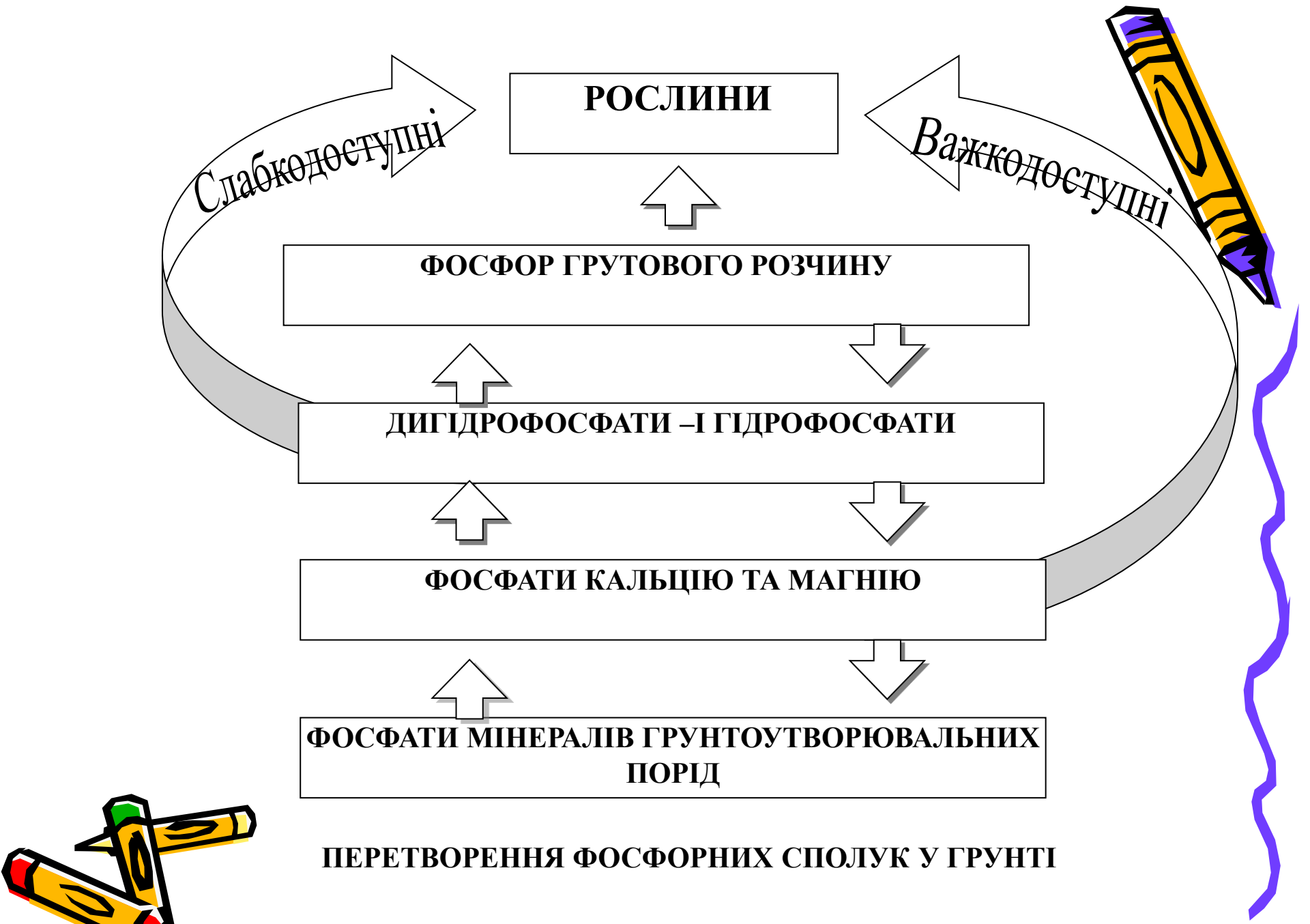
Зернисті фосфорити **присутні в Карпилівському (Амвросієвський район Донецької), Осиківському (Старобешівський район Донецької), Білогірському (Білогірський та Теофіпольський райони Хмельницької), Матейки (Маневицький район Волинської), Здолбунівському (Здолбунівський і Гощанський райони Рівненської), Зозулинецькому (Красилівський район Хмельницької) областях.**

Вміст основних екологічно контрольованих елементів в промислових зразках фосфоритоносних агроруд *(за даними НВАП «Надра», мг/кг)*

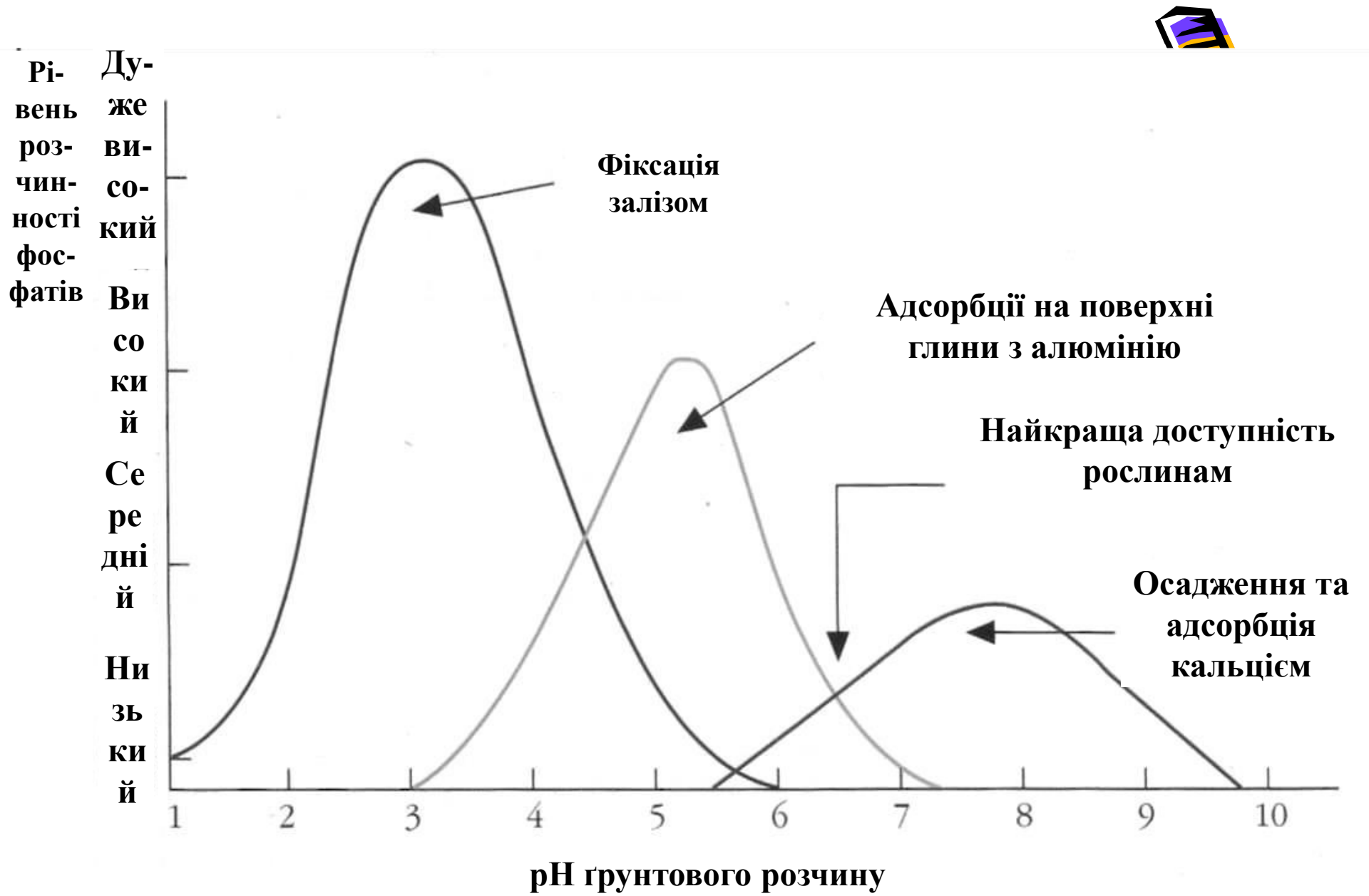
Хімічні елементи	Кольський апатит флотаційний, Хібіни, Росія	Кінгісепський фосфорит, флотаційний, Кінгісеп, Росія	Жовнові фосфорити, Ратно, Україна	Зернисті фосфорити, Коментково, Україна
Фосфор	170,9	126,6	150,0	23,5
Кальцій	388,0	311,9	200,0	275,8
Залізо	2,94	6,36	32,0	18,11
Алюміній	0,41	2,95	32,0	8,68
Сірка	0,32	1,60	-	6,76
Калій	1,16	4,75	-	9,62
Магній	0,18	12,97	-	2,88
Фтор	32100	24900	-	25490
Миш'як	5,3	26,6	-	-
Стронцій	22520	3358	-	630
Свинець	12,5	15,0	20	6,5
Ртуть	0,35	0,09	-	-
Кадмій	2,7	1,0	-	<0,1
Уран	50	39	-	11



Колообіг фосфору в природі



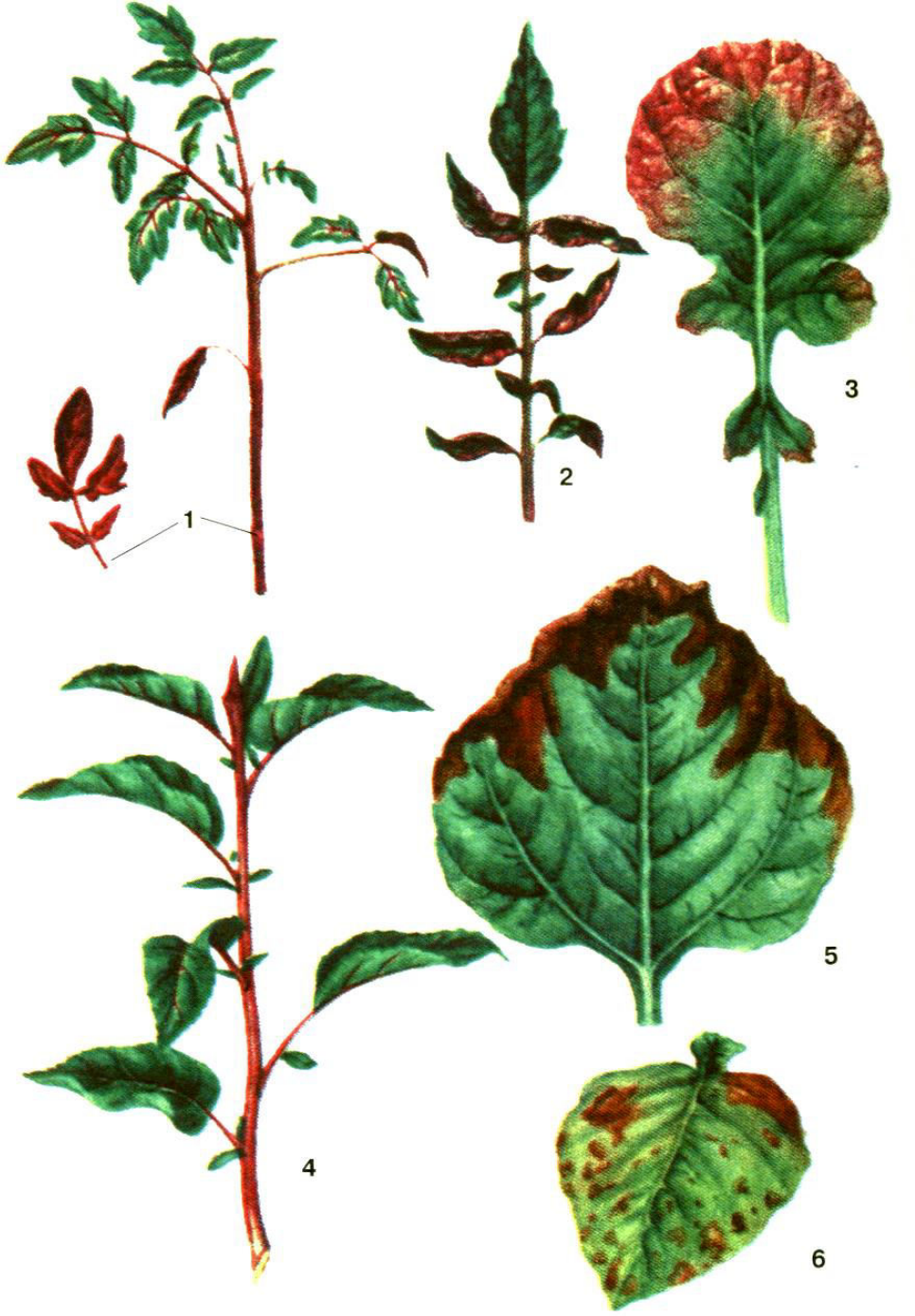
ПЕРЕТВОРЕННЯ ФОСФОРНИХ СПОЛУК У ГРУНТІ



Доступність фосфору для рослин з різних сполук залежно від реакції ґрунту
(за G. D. Scarseth)

Співвідношення масових часток аніонів фосфорної кислоти в ґрунтовому розчині залежно від pH середовища, %

Аніони	pH					
	5	6	7	8	9	10
$H_3PO_4^-$	97,1	83,7	33,9	4,9	1,6	0,5
$H_3PO_4^{2-}$	1,9	16,3	66,1	95,1	98,4	99,4
PO_4^{3-}	-	-	-	-	0,01	0,1

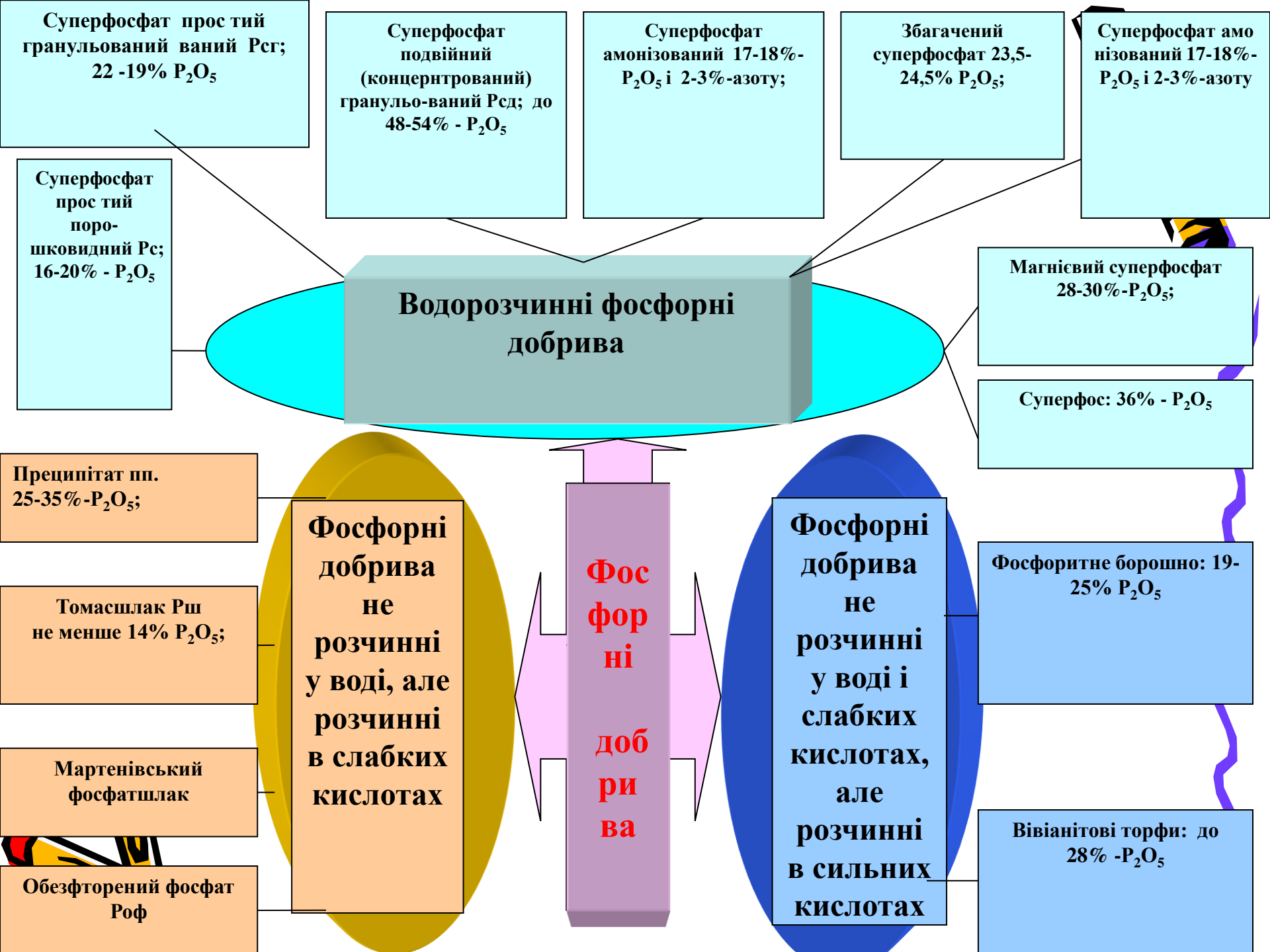


Ознаки нестачі фосфору в рослинах

1 - кукурудза;
2 - овес;
3 - буряки кормові;
4 - буряки цукрові;
5, 6 - картопля.

Ознаки нестачі фосфору в рослинах

1 - кукурудза;
2 - овес;
3 - буряки кормові;
4 - буряки цукрові
5, 6 - картопля.


Суперфосфат прос тий гранульований ваний Рсг; 22 -19% P_2O_5
Суперфосфат подвійний (концернтрований) грануль-ваний Рсд; до 48-54% - P_2O_5
Суперфосфат амонізований 17-18%-P_2O_5 і 2-3%-азоту;
Збагачений суперфосфат 23,5-24,5% P_2O_5;
Суперфосфат амо нізований 17-18%-P_2O_5 і 2-3%-азоту
Суперфосфат прос тий поро-шковидний Рс; 16-20% - P_2O_5
Водорозчинні фосфорні добрива
Магнієвий суперфосфат 28-30%-P_2O_5;
Суперфос: 36% - P_2O_5
Преципітат пп. 25-35%-P_2O_5;
Томасшлак Рш не менше 14% P_2O_5;
Мартенівський фосфатшлак
Обезфторений фосфат Роф
Фосфорні добрива не розчинні у воді, але розчинні в слабких кислотах
Фосфорні добрива
Фосфорні добрива не розчинні у воді і слабких кислотах, але розчинні в сильних кислотах
Фосфоритне борошно: 19-25% P_2O_5
Вівіанітові торфи: до 28% -P_2O_5

Динаміка виробництва фосфорних добрив на Україні

Підприємства	Проектна потужність тис. т. 100% P_2O_5	Випуск продукції, тис.т. P_2O_5			% використання потужностей 2004 р.
		2002р.	2003 р.	2004 р.	
ВАТ «Сумихімпром»	288,4	17,405	24,143	49,323	17,1
ЗАТ «Кримський титан»	1002,8	5,85	14,267	43,704	42,5
ЗАТ «Дніпровський за вод мінеральних добрив»	153,0	3,257	0	6,835	4,5
ВАТ «Рівнеазот»	300,0	0	0	0	-
ВАТ «Новороздільський завод складних добрив»	106,78	н/д	0	0	-
Вінницьке ДПСМД	100,0	н/д	0	0	-
Всього	1050,96	26,512	38,41	99,852	-

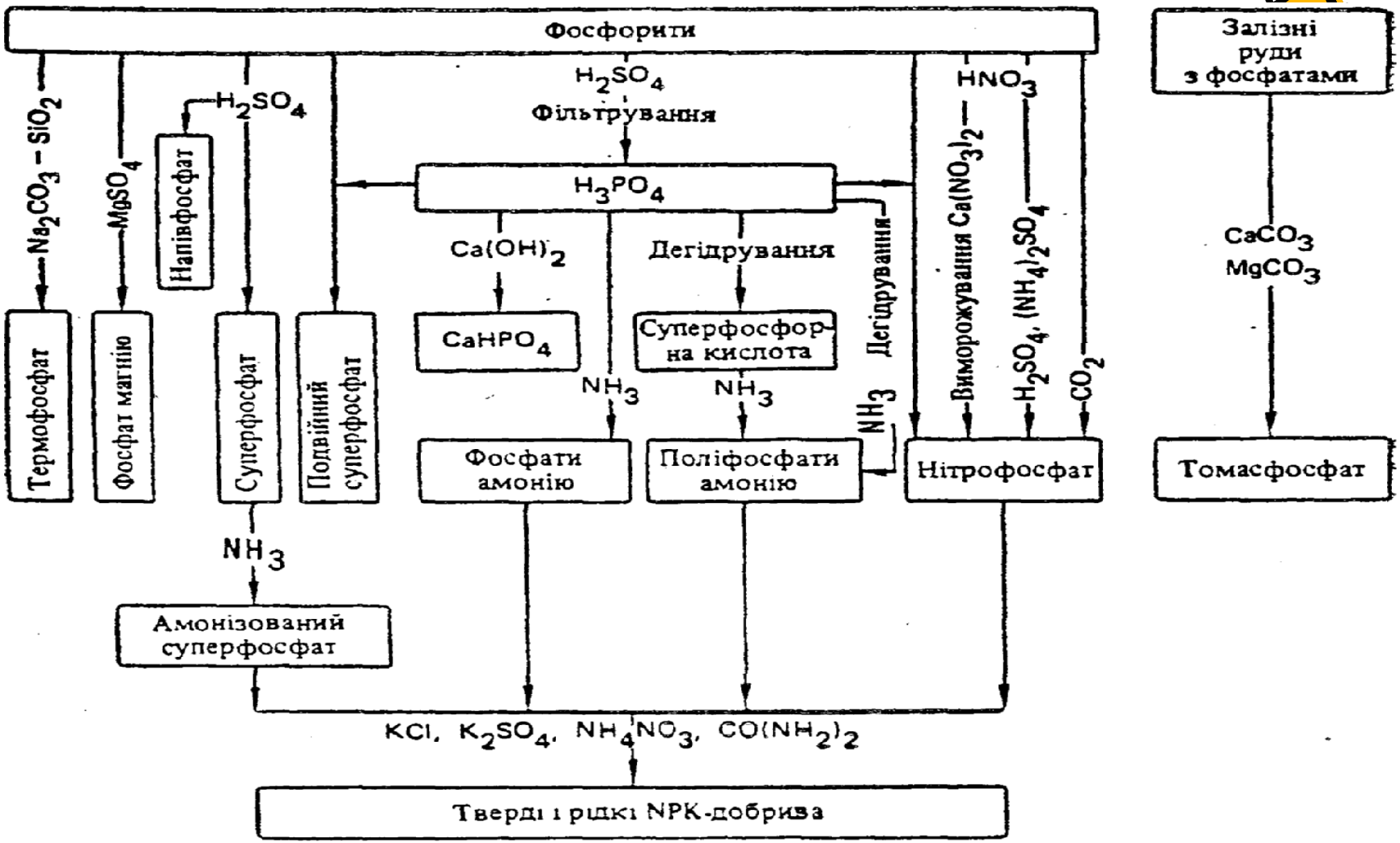


Схема виробництва простих і складних фосфорних добрив

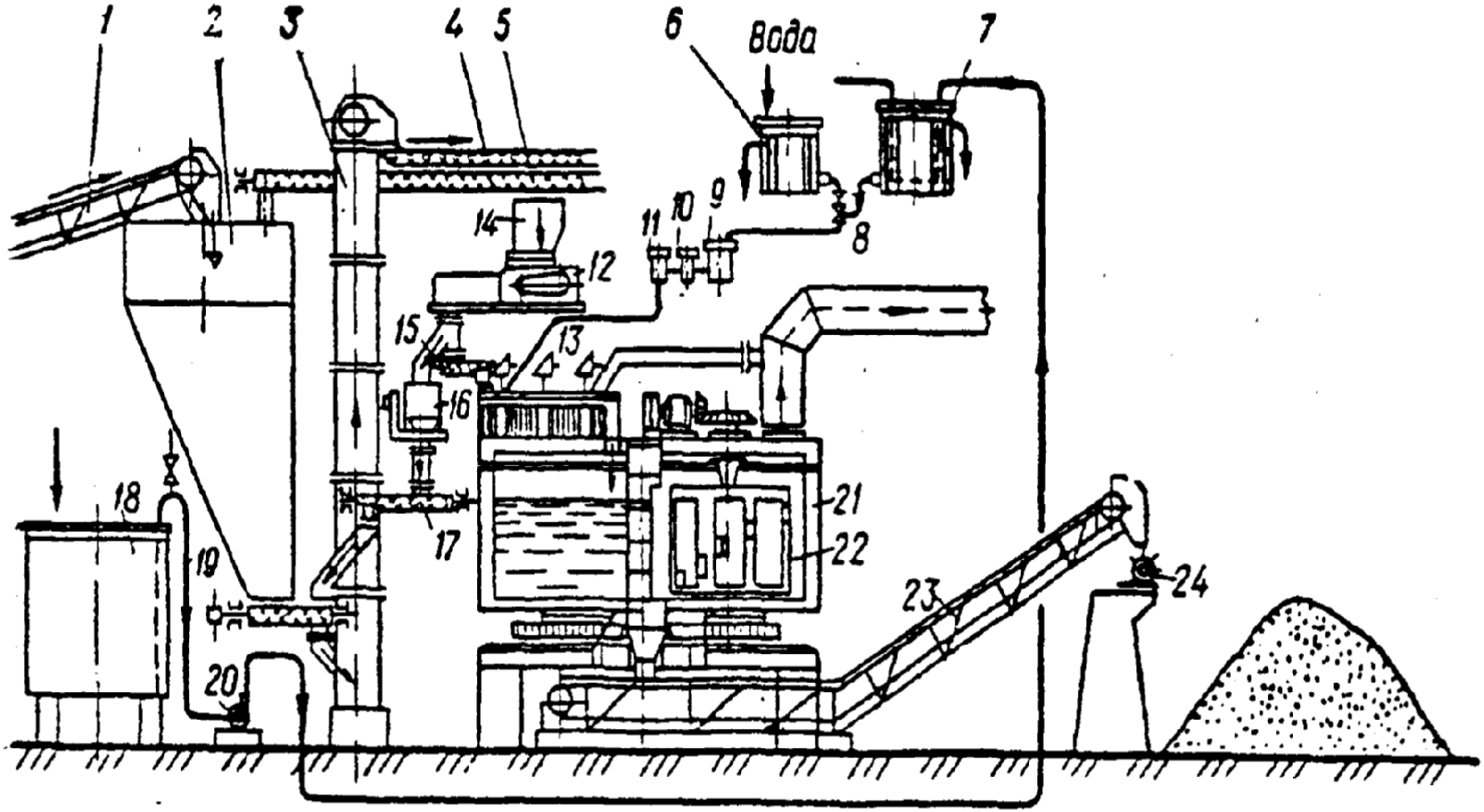


Схема виробництва суперфосфату безперервним способом:

1, 23 — конвеєри; *2, 14, 16* — бункери; *3* — елеватор; *4, 5, 15, 19* — шнеки; *6, 7* — напірні баки; *8, 13* — змішувачі; *9* — газовіддільник; *10* — бачок для вимірювання концентрації сірчаної кислоти; *11* — витратомір; *12* — дозатор; *17* — вага; *18* — збірник сірчаної кислоти; *20* — насос; *21* — суперфосфатна камера; *22* — фрезер; *24* — розкидач

Процес переходу водорозчинних форм фосфатів в менш розчинні називають *ретроградацією* фосфатів

Способи запобігання перетворення фосфату кальцію на важкорозчинні сполуки:

- скоротити тривалість взаємодії суперфосфату з ґрунтом;

- на підзолистих ґрунтах весняне внесення суперфосфату порівняно з осіннім послаблює процес переходу фосфору суперфосфату в менш доступні для рослин сполуки;

- перемішувати суперфосфат з меншим об'ємом орного шару, тобто вносити частину суперфосфату не під оранку, а під час посіву культур;

- на ґрунтах, багатих на оксиди тривалентних металів, внесення суперфосфату під час сівби забезпечує прирости врожаю, як і його підвищенні дози при основному удобренні в розкид.

Основні види водорозчинних фосфорних:

Суперфосфат простий **(порошковидний) містить фосфор у вигляді дигідрофосфату кальцію $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ та в незначних кількостях гідрофосфат і фосфат кальцію, фосфати заліза та алюмінію та речовини що входять до складу сировини. Це - порошок темно-сірого (якщо виробляється з фосфориту) або світло-сірого (якщо виробляється з апатиту) кольору з характерним запахом фосфорної кислоти. Виробляють змішуванням фосфоритного борошна, або апатитового концентрату з сірчаною кислотою. Містить 18,7-19% засвоюваного P_2O_5, а з каратауського фосфориту - лише 14%, до 40% сульфату кальцію. До складу суперфосфату входять: вільна фосфорна (2-4%) і сірчана кислоти, pH сольового розчину становить 1,9-2,3.**

В грунтіфосфор суперфосфату вступає в хімічні реакції, утворюючи важкорозчинні малодоступні для рослин сполуки.

На грунтах, насичених основами, дигідрофосфат кальцію трансформується на гідрофосфат і фосфат кальцію.

На грунтах з підвищеною кислотністю, багатих на оксиди тривалентних металів, можуть утворюватись слаборозчинні і важкодоступні рослинам сполуки заліза та алюмінію.

В обох випадках коефіцієнт використання фосфору рослинами із добрива значно зменшується..

Суперфосфат гранульований **$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_3PO_4 + 2CaSO_4$ (простий), марок А і Б виробляють із закордонних фосфоритів які є сумішшю гранул від світло-сірого до темного кольору і містять відповідно 22 і 19% P_2O_5 з яких відповідно 17 і 16% у доступній рослинам формі, вологістю не більше 3%. Гранульований суперфосфат із фосфориту одержують із камерного порошковидного суперфосфату (суміш фосфориту і продуктів його сірчанокислого розкладу) шляхом гранулювання.**

Для отримання камерного суперфосфату використовують фосфорити, із вмістом P_2O_5 не менше 75% від загального його вмісту, нейтралізують та гідратують крейдяною суспензією.

Концентрований (подвійний) суперфосфат **- це концентроване фосфорне добриво, яке добувають розкладанням розмелених природних фосфатів (апатитів, фосфоритів або кісткового борошна) концентрованою фосфорною кислотою.**

Фосфор 38-54% міститься у формі водорозчинного дигідрофосфату кальцію, не містить сульфату кальцію, тому це добриво має дещо гірші фізичні властивості, ніж простий суперфосфат. Випускається у вигляді гранул світло-сірого кольору, включаючи дві стадії виробництва. Спочатку з фосфориту або апатиту отримують фосфорну кислоту.

Випускається двох марок: марка А містить не менше 48-50% засвоюваного фосфору, а марка Б, що випускається двох сортів: I сорт містить не менше як 45-47%, II - 42-44% засвоюваного фосфору. Подвійний суперфосфат, що містить понад 50% засвоюваного фосфору, іноді називають потрійним.

Завдяки високому вмісту P_2O_5 подвійний суперфосфат більш транспортабельний. Вартість виробництва тони P_2O_5 подвійного суперфосфату на 6-13% вища ніж простого, а економія на внесенні транспортуванні і зберіганні становить не менше 8-13% в порівнянні із простим.

За дією на врожай простий і концентрований суперфосфати мало відрізняються один від одного. Проте для культур, що добре реагують на внесення гіпсу (конюшина) і для солонцюватих ґрунтів він ефективніший за простий суперфосфат.

Збагачений суперфосфат **займає проміжне положення між простим і подвійним за вмістом засвоюваного фосфору (23,5-24,5% P_2O_5). Виробни-цтво його грунтується на взаємодії природніх фосфатів із сумішшю фос-форної та сірчаної кислот.**

Для поліпшення фізичних та агрохімічних властивостей в процесі грану-ляції їх нейтралізують кістковим і фосфоритним борошном, вапняком, крейдою, доломітом абогазоподібним аміаком.

Суперфосфат амонізований гранульований **$CaHPO_4$+$NH_4H_2PO_4$+$CaSO_4$ випускається чотирьох марок вищий і перший сорт, А і Б. Масова частка загальних фосфатів (сума швидко і повільно діючих форм P_2O_5-18-17% з яких засвоювані становлять 70-80%. Вміст загального азоту у вищому і першому сортах 3 і 2% відповідно. Амонізація суперфосфату зменшує кількість водорозчинних фосфатів в добриві, але вміст засвоюваного фосфору майже не зменшується.**

Магнієвий суперфосфат **в своєму складі містить кислі фосфати кальцію і магнію та не розкладені частини фосфориту і доломіту. Як основні види сировини при отриманні готового продукту використовують технічну сірчану кислоту, фосфорит із вмістом 28-30% P_2O_5 і доломіт напіввипалений (пил).**
Збагачений суперфосфат **займає проміжне положення між простим і подвійним за вмістом засвоюваного фосфору (23,5-24,5% P2O5). Виробництво його грунтується на взаємодії природніх фосфатів із сумішшю фосфорної та сірчаної кислот.**

Для поліпшення фізичних та агрохімічних властивостей в процесі грануляції їх нейтралізують кістковим і фосфоритним борошном, вапняком, крейдою, доломітом абогазоподібним аміаком.

Суперфос **містить 36% P_2O_5, з яких 60% перебуває в доступній для рослин формі і 40% - у вигляді $Ca_3(PO_4)_2$. Виготовляють із фосфоритів з низьким вмістом фосфору, використовуючи сірчану кислоту, якої витрачається на 20-**

Фосфорні добрива, не розчинні у воді, але розчинні в слабких кислотах

Фосфоритне борошно **містить фосфор у формі $Ca_3(PO_4)_2$. Добувають розмелюванням фосфоритів. Виробництво його просте, а вартість найменша із всіх фосфорних добрив. Фосфоритне борошно - це тонкий порошок сірого, темно-сірого або коричневого кольору. Воно негігроскопічне, не злежується, добре розсівається. Його можна змішувати з усіма видами органічних і мінеральних добрив. Незалежно від якості вихідної сировини вміст діючої речовини P_2O_5 у фосфоритному борошні першого сорту-понад 22, другого - 20-22, третього - 18-20, четвертого - 16-18%, pH = 7,2..8,1.**

Фосфор у фосфоритному борошні перебуває у важкодоступній рослинам формі, але під дією слабких кислот ґрунту фосфат кальцію $Ca_3(PO_4)_2$ переходить в більш розчинний гідрофосфат кальцію $CaHPO_4$, який краще засвоюється рослинами.

Застосовують фосфоритне борошно на кислих ґрунтах. Локальне його внесення малоефективне.

На перехід важкодоступних сполук фосфору із фосфоритного борошна в доступні рослинам форми впливає гідролітична кислотність ґрунту, яка забезпечує його високу ефективність на деградованих і вилугуваних чорноземах, де обмінна кислотність виражена слабо, а гідролітична кислотність значною.

- фосфоритне борошно - це добриво-меліорант тривалої дії, яке підвищує врожайність с/г культур протягом всього циклу сівозміни;

- внесення фосфоритного борошна слід розглядати як засіб докорінного поліпшення ґрунту, що ефективно нейтралізує його кислотність та надовго забезпечує рослини фосфором;

- фосфоритне борошно сприяє збільшенню вмісту у ґрунті рухомих форм азоту і калію, що на чверть дозволяє зменшувати обсяги внесення азотних і калійних добрив;

- покращення ґрунтового середовища та достатнє фосфорне живлення сприяє поліпшенню якості відповідних культур.

Фосфоритне борошно калійно - магнієве гранульване

Містить: Р : К-Са-Mg-В-З

Грануляція дозволяє:

- уникнути пилуватості при траспортуванні, внесення і погрузочно-розгрузочних роботах;

- розширити технологічні можливості застосування добрива-меліоранту за рахунок його внесення туковисіваючими та зернотуковими сівалками, картоплесад-жалками і рослинопідживлюючими культиваторами;

- істотно скоротити непродуктивні втрати поживних елементів;

- забезпечити рівномірне внесення у порівнянні з порошковидною формою.

- завдяки двокомпонентному складу зникає необхідність у додатковій операції по внесенню калієвмісних добрив, економивши кошти і ресурси, уникнути зайвого ущільнення ґрунту.

- збагачення магнієм стимулює роботу в листовому апараті рослин хлорофілу, регулює засвоєння рослиною азоту.

- вміст CaO до 29% забезпечує роль підтримуючого вапнування.

Фосфоритне калійно-магнієве гранульоване борошно.

Містить Р : К – Са – Mg – В - S: Випускається у вигляді:
Марка А: 13:13-22-2,4-0,7-2,5
Марка Б: 15:09-25-2,1-0,8-2,9
Марка В: 17:05-29-1,8-0,9-3,3

Гранули темно-арого кольору розм1ром вщ 1мм до 5 мм.

Застосовується на всіх типах ґрунтів (особливо з підвищеною кислоьністю) під всі сільськогосподарські культури (кукурудзу, буряки, зернові, овочеві й технічні, багаторічні трави, плодово-ягідні насадження...)

Рекомендована норма внесення (дозування розраховано на ефективну дію протягом п'яти років):

- 0,4...0,7 т/га - гранульованого фосфоритного борошна;
- 0,6... 1,5 т/га - негранульованого фосфоритного борошна.

Гранфос – **це новий тип простого фосфоровмісного гранульованого добрива. Випускається чотирьох марок: А, Б, СА (вищий і перший сорт). Містить відповідно: 29, 29, 26, і 15% загальних фосфатів, 55% з яких розчинні в мурашинній кислоті. Масова частка азоту 1-2%;**

Преципітат **містить від 25-27 до 30-35% P_2O_5 у вигляді гідрофосфату кальцію $CaHPO_4$, який не розчинний у воді. При переробці фосфоритів преципітат повинен містити фосфору не менше 27%, а при переробці апатитового концентрату - не менше 31%. Це - тонкий порошок білого або кремового кольору, негігроскопічний, не злежується, добре розсівається. Припосівне його внесення і в підживлення не рекомендується;**

Знефторений фосфат **добувають обробкою водяною парою суміші апатиту з невеликою кількістю піску (2-3%) при температурі 1400-1450^{0}С руйнуючи кристалічну решітку фторапатиту і видаляючи шкідливий для рослин фтор. Це - тонкорозмелений порошок світло-сірого кольору не гігроскопічний, не злежується, легко розсівається із вмістом 28-32% P_2O_5;**

Мартенівський фосфатшлак **містить у 14-16% фосфору з яких 8-12% в цитраторозчинній формі, а водорозчинний фосфор – відсутній. В Україні мартенівський фосфатшлак добувають при виробництві сталі з Керченських залізних руд, які містять значну кількість фосфору. Це - важкий порошок темно-сірого кольору з добрими фізичними властивостями. Реакція сильно-лужна (pH = 8... 9). Вміст загального фосфору 14-16%, в тому числі цитрато-розчинної форми 8-12%. Крім фосфору, до складу фосфатшлаку входять оксиди кальцію (25-30%), магнію (7-9%) і марганцю (близько 10%), а також сполуки заліза, кремнію тощо. Застосовують його при основному внесенні;**

Термофосфати **добувають сплавлюванням або спіканням фосфоритів або апатитів з лужними солями при 1000-1200^{0}С яка руйнує кристалічну решітку фосфатів із виділенням фтору, а 20-25% фосфору природніх фосфатів переходить в засвоювану рослинами форму. Це - тонко розмелені порошки з добрими фізичними властивостями з лужною реакцією. Застосовують при основному внесенні на кислих ґрунтах.**

Томасшлак **- побічний продукт переробки залізовмісних руд, важкий порошок темного кольору з добрими фізичними властивостями, має лужну реакцію і використовується як основне добриво. Вміст P_2O_5 від 7-8 до 18-20% з яких не менше 75-90% в лимоннорозчинній формі. Це лужне добриво яке одержують розмелюванням побічного продукту (шлаку) при переробці багатих фосфором чугунів лужним методом на сталь і залізо;**

Кісткове борошно **- виготовляють розмелюванням знежирених і позбавлених желатину кісток тварин. В залежності від способу виготовлення містить 13-30% P_2O_5 фосфатів кальцію і магнію та до 1% азоту. Сполуки фосфору в кістковому борошні для рослин знаходяться в нерозчинній у воді формі, проте більш доступні ніж у фосфоритному борошні;**

Плавлений фосфат магнію **містить 20% P_2O_5 в лимонорозчинній формі і біля 12% MgO. Отримують спіканням фосфоритів з силікатним олівінітом або серпентинітом, в якому міститься магній;**

Червоний фосфор **– перспективне добриво. Містить 229% P_2O_5. Після промислової переробки може бути найбільш концентрованим фосфорним добривом. Для окислення в ґрунті необхідно одночасно застосовувати каталізатор (наприклад мідь, біля 1% від ваги фосфору).**

На дерново-підзолистих ґрунтах, через три неділі після внесення 20% червоного фосфору переходить в сполуки, доступні злаковим культурам;

Конденсовані фосфати **- це продукти дегідратації дигідро і гідрофосфатів. Це - перспективні добрива, які поділяються на три групи:**

- поліфосфати - сполуки, що побудовані у вигляді ланцюгів з чергуванням атомів фосфору і кисню;

- циклофосфати - сполуки, в яких атоми фосфору та кисню замкнені в цикли;

- ультрафосфати - сполуки фосфору з розгалуженнями тривимірних структур, комбінації ланцюгів з кільцями, розгалуженими ланцюгами. Як мінеральні добрива, перспективні поліфосфати амонію (50-73% P_2O_5 і 11-16% N), калію (40% K_2O і 60% P_2O_5) і кальцію (27% Ca і 57% P_2O_5);

Ефективність конденсованих фосфатів залежить від властивостей ґрунту, доз їх внесення та біологічних особливостей культур. Підвищена їх ефективність на ґрунтах, кислотність яких змінюється в бік підлуговування, а гранулометричний склад - від легкого до важкого, а також при внесенні під культури з довгим вегетаційним періодом.

Фосфоритне борошно жовнових фосфоритів **- це світло-жовта до кре-мового кольору маса, яку одержують розмелюванням природних жовнів. Містить 8-15% P_2O_5 ,з яких 75% доступні рослинам, до 20% CaO, 0,55% - K_2O, натрій, марганець, сірка, залізо та алюміній.**

Мінералогічну основу жовнових фосфоритів становить кварц і халцедон - 78-83%, карбонати 2,6-4,5, польові шпати - 1,6-1,8, глауконіт 1,2-5,2 відсотки.

Зернисті фосфорити **- природні фосфоровмісні агроруди сірого, темно-сірого кольору із вмістом 6-8% P_2O_5, до 40% CaO, до 1% K_2O, присутні маг-ній, натрій, сірка. Найвищу віддачу забезпечують на дерново-підзолистих ґрунтах, які мають підвищену кислотність ґрунтового розчину.**

Вплив суперфосфату та фосфоритного борошна на врожайність жита озимого залежно від типу ґрунту *(за даними Корінькова Д.О.,1985)*

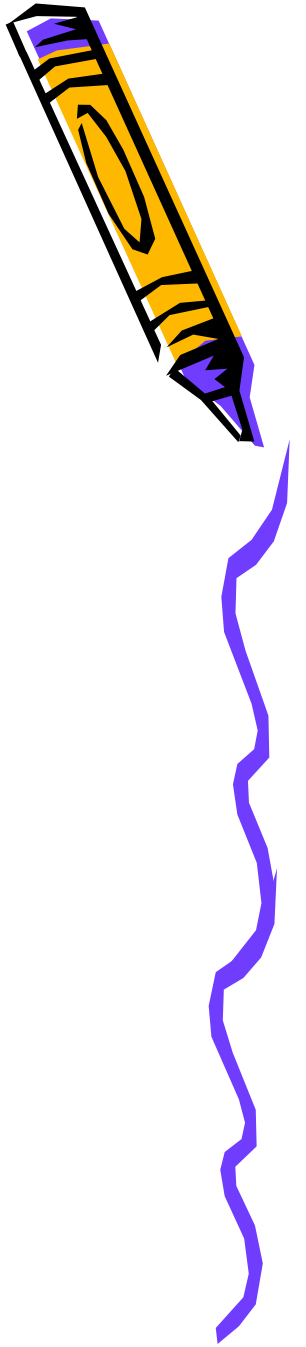
Типи ґрунту	Приріс врожаю зерна від внесення:			
	суперфосфату 45 кг/га P_2O_5		фосфоритного борошна 90 кг/га P_2O_5	
	ц/га	%	ц/га	%
Підзолистий	3,5	38	3,1	33
Сірий лісовий	2,6	23	2,1	19
Чорнозем:				
деградований	3,7	28	3,3	24
вилужений	3,1	25	2,6	16
звичайний	3,6	24	1,3	8

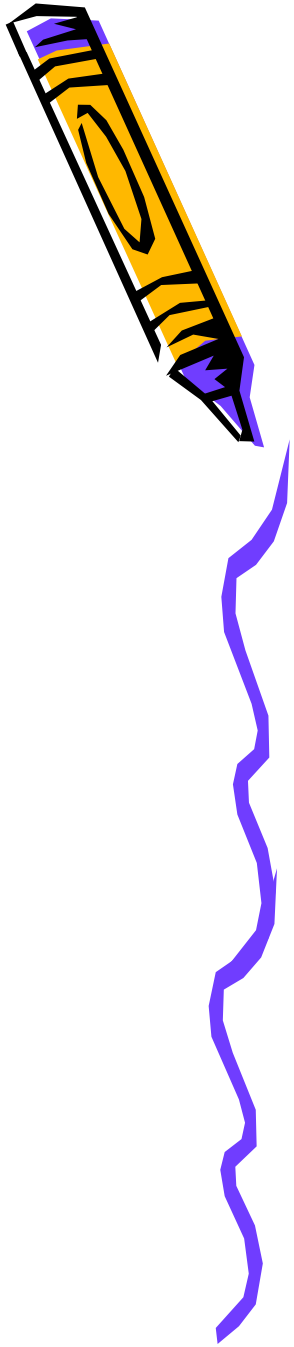
Вплив місцевих фосфоритів, як вапнякових добрив на врожай сільськогосподарських культур *(за даними Поліського філіалуННЦ ІГА)*

Варіанти досліду	Пряма дія		Післядія			
	Картопля		Жито озиме		Однорічні трави	
	ц/га	+,- до контролю	ц/га	+,- до контролю	ц/га	+,- до контролю
Контроль(без добрив)	93,0	-	14,7	-	167,0	-
$N_{90}K_{120}$-фон	127,0	34,0	18,9	4,2	175,0	8,0
Фон+P_{60}+місцеві вапняки 1 н за ГК	173,0	80,0	21,6	6,9	184,0	17,0
Фон+зернисті фосфорити 0,5 н від вмісту $CaCO_3$ у вапняках	165,0	72,0	23,6	8,9	228,0	61,0
Фон+зернисті фосфорити 1,0 н від вмісту $CaCO_3$ у вапняках	196,3	103,3	27,4	12,7	268,0	101,0
P,%	2,0-2,6		1,8-1,9		3,5	
НІР 0,95	9,7-19,1		1,4-2,4		25,3	

. **Окупність помірних доз фосфорних добрив за збалансованого азотно-калійного живлення рослин** ***(за даними польових дослідів агрохімслужби України)***

Зона, ґрунти	Окупність 1кг P_2O_5 фосфорних добрив приростом урожаю, кг:				
	Пшениця озима	Ячмінь ярий	Картопля	Буряк цукровий	Соняшник
Полісся, Карпати					
Дерново-підзолисті	5,0	7,0	37	–	–
Лісостеп					
Чорноземи типові	3,7	3,2	1,7	26	3,5
Чорноземи опідзолені і темно-сірі лісові	3,5	6,5	40	90	–
Сірі лісові	4,7	8,8	40	90	–
Степ					
Чорноземи звичайні	7,3	4,8	–	27	2,0
[illegible]південні	5,0	5,0	–	–	2,2
Темно-каштанові солонцюваті	2,3	1,8	–	–	–





Дякую за увагу

Тема: КАЛІЙНІ ДОБРИВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

1. Значення калію в живленні рослин

2. Калійний фонд ґрунту і діагностика застосування калійних добрив

3. Гірничо-хімічна сировина для виробництва калійних добрив

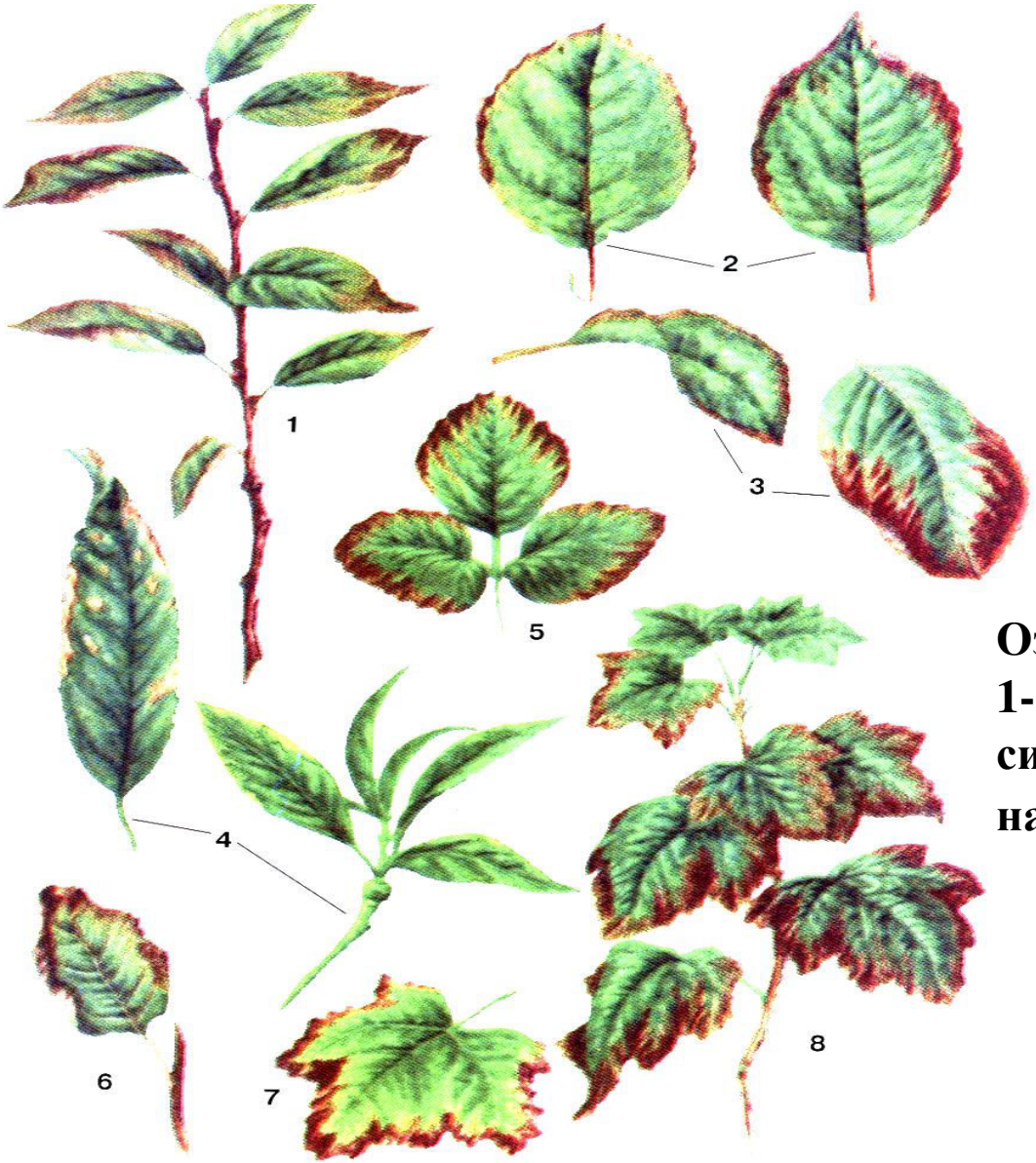
4. Калійні добрива та їх характеристика

5. Ефективність та особливості застосування калійних добрив

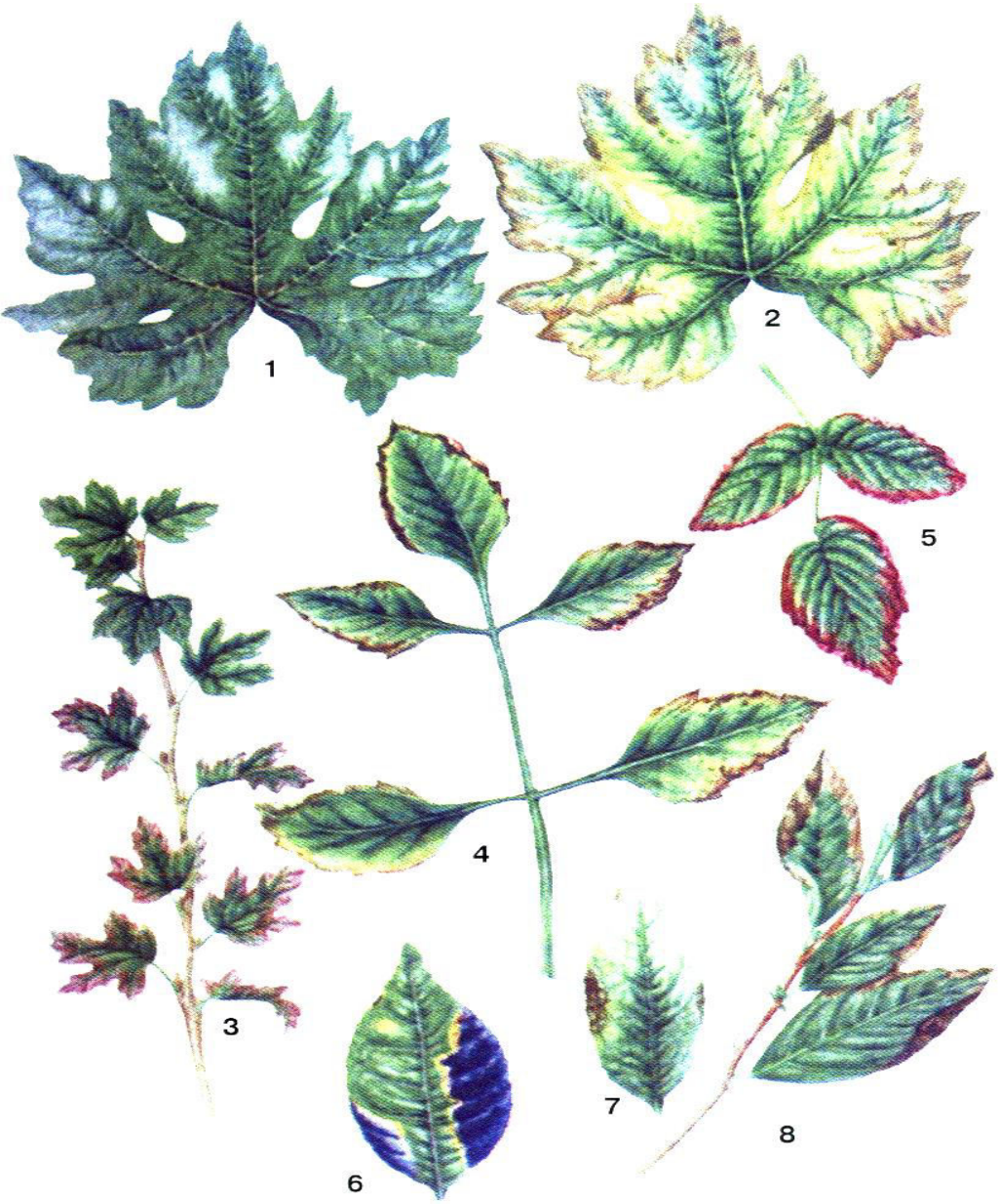
Ознаки нестачі калію в рослинах:
1-редиска; 2-морква; 3-огірки;
4-томати; 5-боби; 6-буряки; 7-цибуля

Ознаки нестачі калію в рослинах: 1-картопля; 2-цукрові буряки; 3-конопля; 4,5-бавовна; 6-топінам-бур; 7-тютюн; 8-льон

Ознаки нестачі калію в рослинах
1-кукурудза; 2-просо; 3-фасоля; 4-сорго; 5-соя; 6-гречка; 7-овес; 8-горох.



Ознаки нестачі калію в рослинах: 1-вишня; 2-яблуня; 3-груша; 4-персик; 5-суниця; 6-абрикос; 7 – смородина червона; 8-смородина чорна.



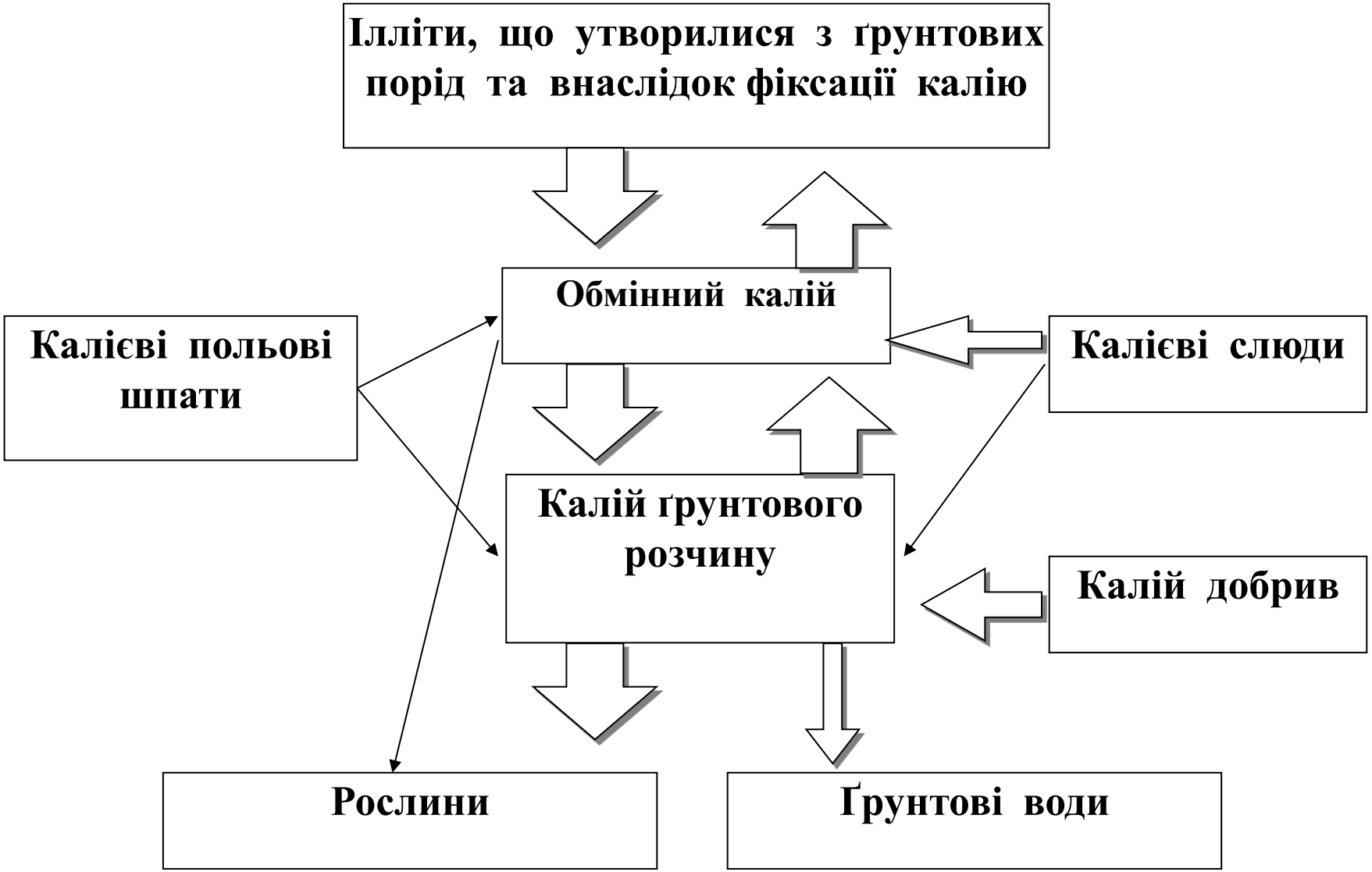
Ознаки нестачі калію в рослинах: 1,2-виноград; 3-агрус; 4-жоржина; 5-малина; 6,7,8-чай.

Забезпеченість основних типів ґрунтів калієм, мг/100 г ґрунту

Ступінь забезпеченості	Вміст K_2O залежно від методу аналізу, за:						
	Пейве	Кірса-новим	Мас-ловим	Чири - ковим	Бров-кіною	Мачи-гіним	Гусейно-вим Протасо-вим
Дуже низький	0-8	0-4	0-5	0-2	0-4	0-10	-
Низький	3-7	4-8	5-10	2-6	4-8	10-20	0-20
Середній	7-10	8-12	10-15	6-10	8-14	20-30	20-30
Підвищений	10-15	12-17	15-20	10-15	14-20	30-40	30-50
Високий	10-15	17-25	20-30	15-20	20-30	>30	50-70
Дуже високий	>25	>25	>30	20	>30	-	70-100

Групування ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію відносно здатності забезпечувати ним сільськогосподарські культури

Група	Колір на картограмі	Ступінь забезпеченості рослин	За методом:		
			Кірсанова	Чирикова	Мачигіна
			K_2O, мг/кг ґрунту:		
1	Червоний	Дуже низький	< 40	< 20	< 50
2	Оранжевий	Низький	40 – 80	20 – 40	50 – 100
3	Жовтий	Середній	80 – 120	40 – 80	100 – 200
4	Зелений	Підвищений	120 – 170	80 – 120	200 – 300
5	Голубий	Високий	170 – 250	120 – 180	300 – 400
6	Синій	Дуже високий	> 250	> 180	> 400



Модель калійного стану ґрунту

(за Т.О. Соколовою; товщина стрілок вказує на силу звязків між окремими компонентами системи)

Вміст валового калію в ґрунтах України

Типи грунтів	Вміст K_2O, % по шарах ґрунту, см					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-100
Дерново-підзолисті оглеєні глинисто-піщані	0,79	0,81	1,13	1,51	1,73	1,19
Дерново-середньопідзолисті супіщані	1,32	1,39	1,43	1,54	1,85	1,51
Дерново-середньопідзолисті суглинкові	1,71	1,81	1,88	1,35	1,98	1,85
Ясно-сірі лісові пилувато-супіщані	1,79	1,92	1,92	1,92	1,92	1,89
Сірі лісові легкосуглинкові	2,01	2,11	2,07	2,07	1,98	2,05
Темно-сірі лісові	2,24	2,32	2,42	2,41	2,34	2,35
Темно-сірі лісові оглеєні	2,02	1,92	2,09	2,15	2,13	2,06
Чорноземи опідзолені важкосугликові	2,37	2,41	2,44	2,48	2,44	2,43
Чорноземи типові	1,93	1,91	2,01	2,06	1,80	1,94
Чорноземи типові важкосуглинкові	2,14	2,18	2,26	2,26	2,14	2,20
Чорноземи звичайні важкосугликові	1,96	1,96	1,88	1,81	1,73	1,87
Чорноземи звичайні легкоглинисті	2,28	2,20	2,10	1,90	1,88	2,07
Чорноземи південні легкосуглинкові	2,19	2,11	2,11	1,78	1,74	1,99
Темно-каштанові слабосоло нцюваті важко суглинкові	2,34	2,34	2,26	1,80	2,00	2.15

Валові запаси поживних речовин в основних типах ґрунтів, т/га

(за даними Б.С. Носко та ін.)

Типи ґрунтів	N		P_2O_5		K_2O	
	в шарах					
	орному	метровому	орному	метровому	орному	метровому
Дерново-підзолисті	2,4	3,8	1,3	3,8	24	180
Сірі лісові	3,0	9,3	2,7	14,0	40	320
Темно-сірі лісові	4,5	9,9	3,9	22,5	50	350
Чорноземи опідзолені	4,8	21,3	4,2	17,2	50	340
Чорноземи типові	8,1	30,4	4,5	20,8	51	320
Чорноземи звичайні	7,9	26,7	5,5	17,5	48	320
Чорноземи південні	4,5	13,3	4,2	14,8	42	300
Темно-каштанові	4,5	14,6	4,5	18,3	36	330

Вміст і форми калію в орному шарі ґрунтів України

(за даними А.К.Воробйової, 1988)

Типи ґрунтів	Валовий калій,%	Легко-розчинений	Обмінний	Необмінно фіксований
	мг K_2O на 100 г ґрунту:			
Полісся				
Дерново-середньопідзолисті піщано-супішані	1,32	3,7	3,9	25,3
Дерново-суредньопідзолисті суглинкові	1,71	1,6	4,8	48,6
Ясно-сірі лісові пилувато-супіщані	1,79	1,4	3,1	49,5
Лісостеп				
Чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові	2,1	1,1	15,7	199,0
Чорноземи типові мало гумусні легкосуглинкові	2,32	0,9	7,0	143,7
Сірі лісові легкосуглинкові	2,08	1,5	7,7	186,0
Темно-сірі опідзолені середньосуглинкові	2,24	1,1	9,1	172,7
Чорноземи опідзолені середньосуглинкові	2,17	0,9	18,4	242,9

Вплив добрив на вміст і фракційний склад калію в чорноземі типовому
(за даними Носко Б.С. та ін.,1990)

Варіанти досліду	Форми калію, вміст мг K_2O на 100 г ґрунту:				
	легко розчинний	обмінний за Масовою	Необмінно фіксований	важко зв'язаний	слабо зв'язаний
Контроль	0,80	16,7	193,0	176,3	16,0
K_{400}	1,29	18,7	203,6	214,9	17,4
K_{800}	1,29	16,7	189,3	172,6	15,4
K_{1200}	1,48	20,7	248,2	227,5	19,2
$N_{400}P_{400}K_{400}$	0,99	16,5	223,7	207,2	15,5
$N_{800}P_{800}K_{800}$	1,65	16,7	195,5	178,7	15,1
$N_{1200}P_{1200}K_{1200}$	1,69	19,3	217,6	198,3	17,9

Форми калію в ґрунті

- калій природніх материнських і гірських порід, алюмосилікатів, **з яких на першому місці польові шпати, які становлять найбільший його вміст;**

- адсорбційно зв'язаний **(обмінний) на поверхні ґрунтових колоїдів;**

- водорозчинний калій **становить лише 1/5 - 1/10 і навіть менше кількості обмінного калію. Поява водорозчинного калію в ґрунті - наслідок гідролізу калійних мінералів; розкладання мінералів кореневими виділеннями рослин; дії на дані мінерали азотної кислоти, яка накопичується в результаті життєдіяльності нітрифікаційних бактерій і інших кислих продуктів життєдіяльності мікроорганізмів; витіснення обмінного калію солями добрив і продуктами кореневих виділень рослин;**

- калій, **який є складовою частиною *плазми мікроорганізмів ґрунту і ризосфери* вивчений недостатньо. Доступним для рослин він є лише після відмирання мікроорганізмів;**

- необмінний **(фіксований) калій ґрунтом. Агротехнічні заходи боротьби з необмінним поглинанням калію ґрунтом передбачають: внесення калійних добрив на достатню глибину, яка б виключала вплив пересихання у верхній частині орного шару; заробку калійних туків локально, в певний шар ґрунту, без перемішування із значною частиною ґрунту; внесення помірних доз калійних добрив, але частіше під кожну культуру сівозміни; змішування калійної солі перед внесенням в грунт із незначною кількістю перегною.**

Основні калійні мінерали промислового значення

Мінерали	Склад	Вміст K_2O, %
Сильвін	KCl	63,2
Сильвініт	nKCl +mNaCl	12-20
Карналіт	$KClMgCl_26H_2O$	17,0
Каїніт	$KClMgSO_43H_2O$	18,9
Шеніт	$K_2SO_4MgSO_46H_2O$	23,0
Лангбейніт	$K_2SO_42MgSO_4$	22,6
Полігаліт	$K_2SO_4MgSO_42CaSO_42H_2O$	15,5
Нефелін	$(KNa)_2OAl_2O_32SiO_2$	0,8-7,1
Алуніт	$(KNa)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)3 \cdot 4Al(OH)_3$	23,0
Синиріт	$KNaAlSi_2O_8nFe$	17-20

Основними родовищами сировини для виробництва калійних добрив є:

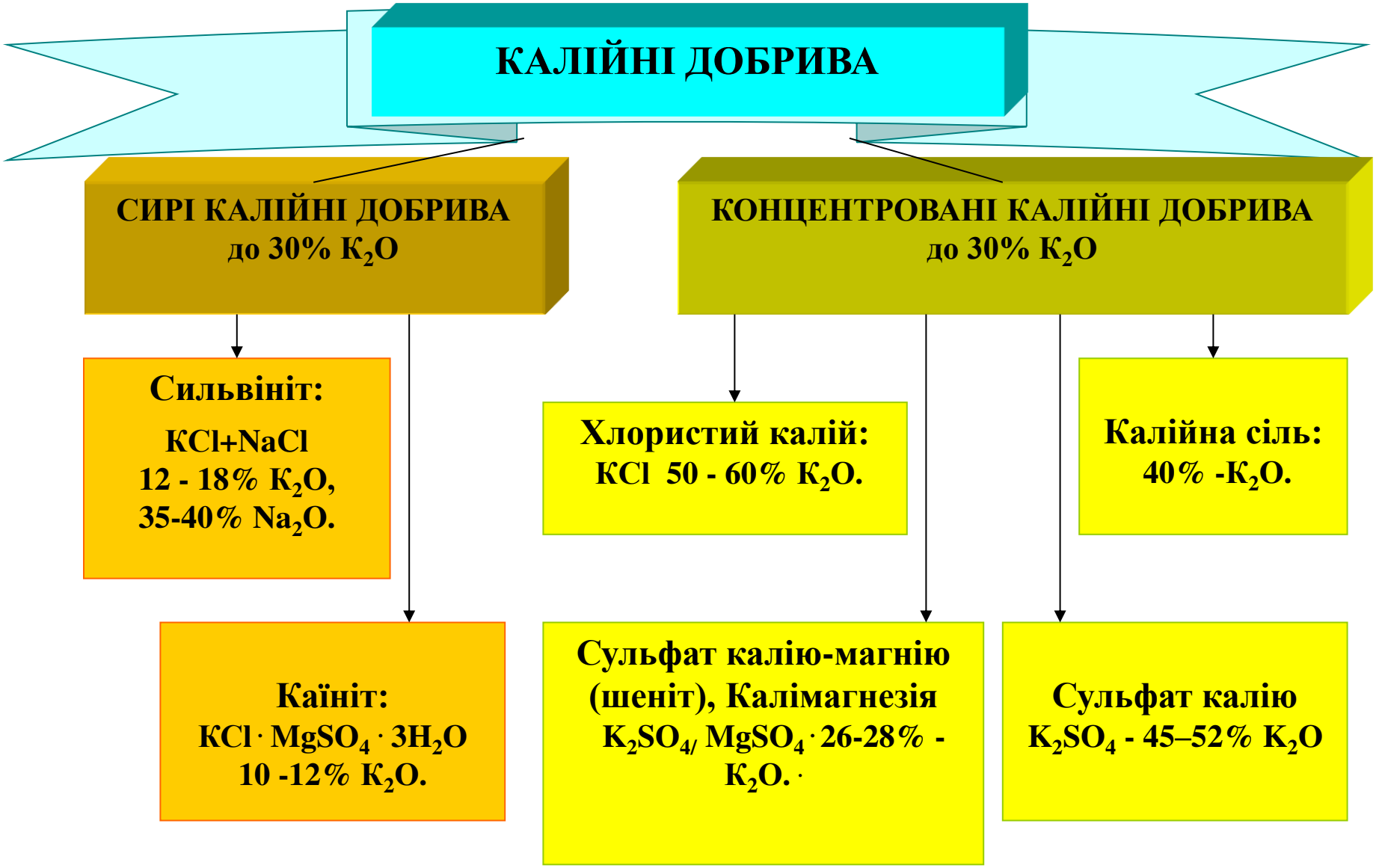
Солікамське родовище **калійних солей знаходиться на лівому березі Ками, по Західному схилу Уральського хребта. Відкрито в 1925 році, промислова розробка родовища з 1929 року. Калійні солі залягають під товщиною наносних порід. Верхня частина пласту представлена карналітом (KCl x $MgCl_2 \cdot 6H_2O$) з домішками NaCl, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, глини та інших сполук. З поверхні пласт карналіту більш багатий хлористим калієм внаслідок часткового вилуговування $MgCl_2$. Карналіт має різнобарвне забарвлення з різними відтінками: жовтого, оранжевого, бурого і червоного, обумовлених домішками тонкодисперсних частинок залізного блиску. Нижче карналіту залягає потужний пласт сильвініту m KCl +nNaCl, де (m і n - непостійні числа).**

Прикарпатські родовища **калійних солей знаходяться в Ів.Франківській і Львівській областях. В їх мінералах переважають лангбейніти ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), каїніт ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), полігаліт ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$), шеніт ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$), сильвініт, калушіт ($K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$). На відміну від солікамського родови-ща в прикарпатських є домішки до 30% мулу.**

Білоруське родовище **знаходиться біля м. Солігорська. На його базі побудовані шахти і калійні комбінати. Поклади представлені сильвінітом ($K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$), карналітом ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) і галітом (NaCl).**

Потреба в калійних добривах по природно-кліматичних зонах

Зони, області	На посівну площу, тис. т д. р.	На гектар посівної площі, кг д.р.
Зона Полісся-всього в т.ч.	*413,1*	*68,0*
Чернігівська область	118,4	65,7
Житомирська -//-	84,3	64,7
Рівненська -//-	51,5	76,0
Волинська -//-	65,6	66,6
Львівська -//-	53,5	72,9
Івано-Франківська -//-	22,8	73,0
Закарпатська -//-	17,1	65,6
Зона Лісостепу-всього в т.ч.	*867,2*	*68,3*
Вінницька -//-	123,4	69,7
Київська -//-	124,3	87,7
Черкаська -//-	99,5	75,4
Полтавська -//-	110,0	56,8
Харківська -//-	125,5	56,2
Сумська -//-	104,6	71,1
Хмельницька -//-	88,1	66,6
Тернопільська -//-	65,0	73,8



Класифікація калійних добрив

КАЛІЙНІ ДОБРИВА

СІРІ КАЛІЙНІ СОЛІ

1. Сільвініт KCl•NaCl, містить 12-18 % K_2O, 35-40 % NaO_2, стандарт – 15 % K_2O. Гігроскопічний злежується при зберіганні, мала транспортабельність.

2.Каініт $KCl•MgSO_4•3H_2O$, містить 10-12 % K_2O. Добриво ефективне при цукрового буряка на чорноземах. Мала транспортабельність.

КОНЦЕНТРОВАНІ КАЛІЙНІ ДОБРИВА

1. Хлористий калій KCl містить 63,2 % K_2O, в технічних сортах 50-60 % K_2O. Мала гігроскопічність, злежується при зберіганні.

2. Калійна сіль. Містить 41-44 % K_2O. Отримують шляхом змішування KCl з сирими калійними солями, частіше з сильвінітом. Ефективне добриво для коренеплодів та овочів (капуста, турнепс, редис, бруква).

3.Сульфат калію K_2SO_4, містить 45-52 % K_2O. Добрі фізичні властивості, не гігроскопічний, не злежується. Цінне добриво для хлорофобних культур (картоплі, тютюну).

4. Сульфат калію-магнію (шеніт), каліймагнезія $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ містить 26-28 % K_2O. Ефективне для картоплі, особливо на легких ґрунтах, де воно являється джерелом калію і магнію.

За вмістом поживних речовин калійні добрива поділяються на:

- *прості,* що містять калію (K_2O) до 30% (сильвініт, каїніт, полігаліт, шеніт, лангбейніт, калімагнезія, калімаг), їх за винятком калімагу і калімагнезії добувають простим розмелюванням калійних агроруд, тому їх називають сирими калійними солями;

- *концентровані* калійні добрива, що містять калію (K_2O) понад 30% (хлорид калію, 30% -і 40% калійна сіль, калій-електроліт, сульфат калію, поташ, попіл).

До *простих калійні добрив відносять:*

- *сильвініт* (KCl + NaCl) який містить два мінеральних компоненти: сильвін KCl і галіт NaCl. Добувають розмелюванням сильвінітової породи. Вміст K_2O 12-18% і 35-40% Na_2O. Це - крупнокристалічне добриво білого, рожевого, бурого іноді синюватого кольору, малогігроскопічний, добре розсівається, але при тривалому зберіганні може злежуватись. Недолік великий вміст хлору;

- *каїніт* містить калій у формі $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3\ H_2O$ з домішкою NaCl. Це – кристали сірого, білого і рожевого кольору із вмістом 10-12% K_2O, малогігроскопічний, добре розсівається. За несприятливих умов зберігання верхній шар його злежується. Недолік - значний вміст хлору;

- *шеніт і лангбейніт* містить 20,0-23,3% K_2O у формі $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$, а в лангбейніті у формі $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$. Вміст K_2O - 22,7%. За хімічним складом, властивостями і дією на рослини подібні до полігаліту.

- *полігаліт* містить K_2O 12,0 -14,5% у формі $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$, з домішкою літію - до 0,01, марганцю - 0,003, міді - 0,0001% та інших мікроелементів. Він не містить хлоридів, негігроскопічний і не злежується при зберіганні;

- *калімагнезія, або сульфат калію-магнію* $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ - цінне калійне добриво, яке крім калію містить магній. Вміст K_2O-24-27%, MgO-11-18%. Негігро-скопічна і не злежується, виробляють зневодненням шеніту;

- *калімаг* $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ містить 18,4-19% K_2O з домішками магнію. Виробляється з лангбейніту після вилучення з нього NaCl, негігроскопічний, не злежується при зберіганні.

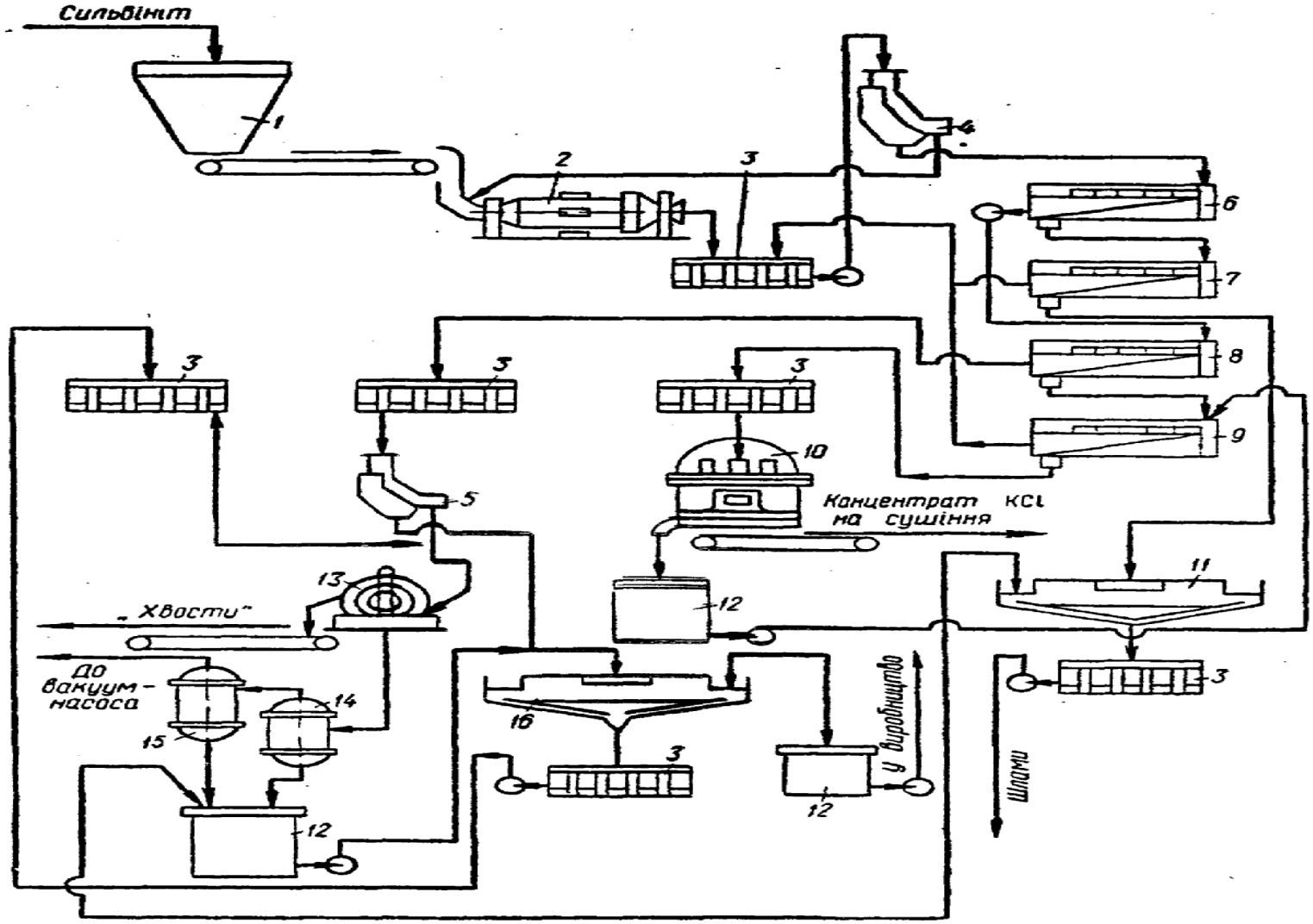


Схема флотаційного способу виробництва хлориду калію із сильвінітових руд:
1 - бункер; 2 - стрижневий млин; 3 - мішалка; 4, 5 - дугові сита; 6 - 9-флотаційні машини; 10 - центрифуга; 11, 16 - згущувачі; 12 - збірник зворотнього розчину; 13 - вакуум-фільтр; 14 - вакуумний збірник; 15 – ресивер

Хлорид калію (хлористий калій) **KCl. Містить 52,4-60%. K_2O. Добувають з природних мінералів сильвініту і карналіту. Це - поршок або гранули білого або кремового кольору з домішкою червоних і оранжевих кристалів, містить хлору в 4-5 разів менше, ніж сильвініт.**

Перспективним є розширення об'ємів виробництва крупнокристалічного і гранульованого хлориду калію, які за даними наукових досліджень, мають кращі фізичні властивості: менше поглинається ґрунтом (як і гранульований суперфосфат) і тривалий період перебувають в доступному для рослин стані.

При внесенні хлористого калію в формі крупних кристалів необмінне поглинання калію ґрунтом зменшується на 30% внаслідок меншого контакту з ґрунтом, що підвищує його ефективність використання. Ефективне при застосовуванні під всі культури.

30% - і 40%-на калійна сіль **виробляють змішуванням хлориду калію з тонко розмеленим сильвінітом або каїнітом. Залежно від співвідношення містить 30 або 40% K_2O. Малогігроскопічна, добре розсівається, але за несприятливих умов зберігання злежується. Це - дрібні і середнього розміру кристали сірого, світло-сірого, білого, рожевого, оранжевого кольору.**

Калійну сіль вносять під різні культури, але особливо вона ефективна при удобренні цукрових буряків, оскільки в ній міститься більше натрію, ніж в хлориді калію.

Концентрат калійно-магнієвий **(калімаг, калімаг флотаційний, збагачений каїніт) $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ містить 18,0-20,0% K_2O з домішками магнію (до 8-9%). Виробляється із лангбейніту після вилучення з нього NaCl, негігроскопічний, не злежується при зберіганні.**

Калімаг Супер **містить не менше 40% K_2O. Це гранули сірого кольору внаслідок збагачення природного каїніту. За ефективністю близький до калімагнезії.**

Сульфат калію K_2SO_4 **- це цінне безхлорне калійне добриво із вмістом 45-52% K_2O. Це – дрібнокристалічна, білого із жовтим відтінком, добре розчинна у воді речовина, негігроскопічна, не злежується.**

Виробляють комплексною переробкою поліміне-ральних руд, конверсією хлориду калію або суль-фатів натрію, магнію, амонію за допомогою сірча-ної кислоти, або як побічний продукт хімічних під-приємств.

Це – фізіологічно кисле добриво, яке при взає-модії на слабокислих і кислих грунтах підвищує їх кислотність, а на слаболужних і лужних - утворює із аніонами сірчаної кислоти і кальцієм гіпс, що важко розчиняється і тому практично не вимива-ється в нижні шари ґрунту. При його внесенні посилюються процеси нітрифікації в ґрунті.

Сульфат калію застосовують на всіх типах грунтів, під всі сільськогосподарські культури, особливо в закритому грунті, які негативно реагують на присутність в добривах хлору.

З 1 кг діючої речовини калію сульфату калію в грунт надходить близько 1 кг сірки, яка позитивно впливає на продуктивність капустяних, бобових та інших культур.

Вуглекислий калій (поташ) **K_2CO_3 містить 52-55% K_2O. Добувають як відходи виробництва алюмінію з нефеліну. Це - висококонцентроване безхлорне калійне добриво, має сильнолужну реакцію, дуже гігроскопічне, розпливається, погано розсівається. Тому в чистому вигляді як добриво його не використовують, а змішують із сухим торфом.**

Попіл **- місцеве калійно-фосфорно-вапнякове мінеральне добриво, містить всі необхідні рослинам зольні елементи. Калій присутній у формі поташу - K_2CO_3. Його вміст K_2O залежить від хімічного складу спалюваного матеріалу і коливається від 10 (в попелі деревних порід і кізяка) до 38% (в попелі соняшнику). Крім калію містить фосфор (3-5% P_2O_5) і карбонат кальцію (до 50-60%), мікроелементи: бор, марганець, молібден, тощо.**

Сульфат калію-магнію (шеніт) – калімагнезія **– це подвійна сіль калію і магнію ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) містить 26-28% K_2O. Отримують з каїніто-лангбейнітової породи.**

Цементний пил **містить 14-35% K_2O, карбонат (K_2CO_3), сульфат (K_2SO_4) і бікарбонат калію ($KHCO_3$) - відходи від виробництва цементу. В ньому міститься $CaCO_3$, MgO (3-4%), кремнієва кислота, полуторні оксиди і деякі мікроелементи.**

Вплив калійних добрив ($К_{60}$) на врожай озимої пшениці на різних типах ґрунтів *(за даними агрохімічної служби)*

Типи ґрунтів	Врожай на фоні NP, ц/га	Приріст врожаю від калію на фоні NP, ц/га	Окупність 1 кг $К_2О$ приростом врожаю, кг зерна	Доля врожаю від калійних добрив, %
Дерново-підзолисті	30,4	3,3	5,5	10
Темно-сірі опідзолені	35,1	4,2	7,0	11
Чорноземи опідзолені	42,4	4,0	6,7	9
Чорноземи типові	40,4	2,1	3,5	5
Чорноземи звичайні	37,0	1,3	2,2	3
Чорноземи південні	40,1	1,5	2,5	4
Темно-каштанові солонцюваті	39,9	0,7	1,2	2

Ефективність калійних добрив в залежності від кислотності дерново-підзолистого ґрунту

pHkcl	Приріст врожаю від 1 ц K_2O, ц/га:		
	ячмінь	озиме жито	картопля
<4,5	2,9	3,8	20,1
4,6-5,0	4,6	3,0	26,7
5,1-5,5	5,0	6,3	29,9
5,6-6,0	5,6	6,7	37,6

Примітка: **Ячмінь і картоплю вирощували на супіщаних ґрунтах, а озиме жито - на суглинкових**

Ефективність мінеральних добрив на осушених дерново-глейових карбонатних ґрунтах Полісся ***(за Баланом А.Г., 1986)***

Культури сівозміни	Приріст врожаю, ц/га від:			
	N на фоні РК	Р на фоні NK	К на фоні NP	NPK
Картопля	30	11	44	45
Кукурудза (зелена маса)	84	24	89	132
Озима пшениця	134	3,7	13,4	15,3
Цукрові буряки	72	35	103	100
Ячмінь	9,6	5,5	8,2	11,8
Багаторічні трави	0	5,7	224	156
Багаторічні трави	8	36	156	144
Озима пшениця	6,0	5,1	18,9	14,2
Продуктивність сівозміни, ц зернових одиниць з врахуванням побічної продукції	13,3	6,6	22,4	24,0

Вплив калійних добрив на врожай озимої пшениці на ґрунтах з різним вмістом рухомого калію ***(за результатами дослідів агрохімічної служби)***

Типи ґрунтів	Вміст рухомого калію	Врожай, ц/га на:		Приріст врожаю, ц/га від доз калійних добрив, кг/га:		
		контролі	фоні NP	40	60	80
Темно-сірі опідзолені	низький	29,1	34,5	3,4	5,0	4,9
	середній	25,9	29,6	9,6	2,7	5,3
	підвищений	42,7	43,3	2,4	3,8	3,7
Чорноземи опідзолені	низький	25,4	29,2	4,5	0,2	1,2
	середній	23,8	28,9	1,5	1,1	-
	високий	32,9	40,4	0,0	1,8	1,9

Вплив калійних добрив на врожай цукрових буряків на чорноземі типовому з різними рівнями вмісту рухомого калію

Варіанти досліду	Агрохімічні фони: вміст K_2O, мг на 100 г ґрунту											
	Природний (7,5-8,5)			Середній (9,0-9,6)			Підвищений (11-11,6)			Високий (12,7-13,9)		
	Врожайність, ц/га	Приріст від K_2O до фону NP	Окупність калію, кг/га	Врожайність ц/га	Приріст від K_2O до фону NP	Окупність K_2O, кг/га	Врожайність, ц/га	Приріст від K_2O до фону NP	Окупність K_2O, кг/га	Врожайність, ц/га	Приріст від K_2O, до фону NP	Окупність K_2O, кг/га
$N_{180}P_{180}$	350	-	-	367	-	-	378	-	-	415	-	-
$N_{180}H_{180}K_{90}$	398	48	53	373	6	7	404	26	29	408	-7	-
$N_{180}P_{180}K_{180}$	390	40	22	384	40	22	384	17	9	385	7	4

Вплив вмісту рухомого калію в чорноземі типовому на врожай сільськогосподарських культур ***(середнє за 2 ротації сівозміни)***

Вміст обмінного калію, K_2O мг на 100 г ґрунту	Врожай сільськогосподарських культур, ц/га:		
	Озима пшениця	Цукрові буряки (фон NP)	Кукурудза (зелена маса)
8,5-8,7	33,8	382	299
9,2-9,6	35,8	391 0	321
9,6-11,6	34,8	404	337
10,7-13,9	34,6	427	326

Оптимальні дози калійних добрив під основні сільськогосподарські культури, *(кг/га K_2O)*

Культури	Полісся	Лісостеп	Степ	В степу при зрошенні
Зернові колосові	80-90	40-60	30-40	60
Кукурудза	80-90	60-80	40-60	60-90
Цукрові буряки	160-190	170-180	90-120	-
Картопля	120-150	80-90	-	-
Соняшник	-	60-80	40-60	-
Овочі	90-120	60-80	30-45	80-90

Оптимальне співвідношення N : P_2O_5 : K_2O в добривах

Природна зона	Сума NPK, кг/га	Співвідношення N:P:K
Полісся	240	90:70:80
Лісостеп	210	80:70:60
Степ	150	60:60:30

Поправочні коефіцієнти до середніх орієнтовних норм добрив в залежності від вмісту в ґрунтах рухомого калію

Вміст рухомого калію	Сільськогосподарські культури		
	Зернові	технічні	овочеві
Дуже низький	1.5	2,0	1,6
Низький	1.2	1,5	1,4
Середній	1.0	1,0	1,0
Підвищений	0,7	0,8	0,9
Високий	рядкове внесення	0,5	0,7
Дуже високий	Рядкове внесення	рядкове внесення	0,5

Вплив калійних добрив на врожай і якість цукрових буряків на сірих лісових ґрунтах ***(за даними дослідів агрохімслужби)***

Доза калію на фоні NP, кг/га д.р.	Врожайність на фоні NP, ц/га	Приріст від калію на фоні NP, ц/га	Окупність 1 кг K_2O приростом врожаю, кг	Вміст цукру в корене-плодах, %	Додатковий вихід цукру за рахунок калійних добрив, ц/га
Без добрив	332	-	-	20,8	-
K_{60}	320	24	40	21,1	5,1
K_{90}	319	31	34	21,4	6,6
K_{120}	329	33	27	22,0	7,3

Окупність помірних доз калійних добрив за збалансованого азотного і фосфорного живлення рослин *(за даними польових дослідів агрохімслужби України)*

Зона, ґрунти	Окупність 1 кг K_2O приростом урожаю, кг:				
	Пшениця озима	Ячмінь ярий	Картопля	Буряк цукровий	Соняшник
Полісся, Карпати					
Дерново-підзолисті	2,7	5,0	60	37	–
Лісостеп					
Чорноземи типові та опідзолені	4,2	1,7	13	60	6,3
Темно-сірі лісові	5,0	6,0	40	73	4,0
Сірі лісові	5,1	4,0	47	–	–
Степ					
Чорноземи звичайні	3,0	1,5	–	8	2,7
Чорноземи південні	1,7	2,0	–	–	2,3
Темно-каштанові солонцюваті	1,0	0,8	–	–	–

Дози калійних добрив, що забезпечують збільшення вмісту рухомих сполук калію на 10 мг/кг грунту, *кг/га K_2O*

Ґрунти	Гранулометричний склад ґрунтів		
	Піщані й супіщані	Суглинкові	Глинисті та важкосуглинкові
Дерново-підзолисті	40 – 60	60 – 80	80 – 100
Темно-сірі і сірі лісові	60 – 70	70 – 80	80 – 90
Чорноземи опідзолені, вилуговані	80 – 90	80 – 90	80 – 90
Чорноземи типові, звичайні, південні темно-каштанові	Калійні добрива застосовують з урахуванням виносу калію з грунту і коефіцієнта його відшкодування		

Вплив добрив на врожай озимої пшениці на чорноземі типовому з різним вмістом рухомого калію ***(середнє за 2 ротації сівозміни)***

Варіанти досліду	Вміст обмінного калію, мг K_2O на 100 г ґрунту:							
	7,5-8,5				12,7-13,9			
	Врожайність, ц/га	приріст, ц/га до		Окупність K_2O, кг	Врожайність, ц/га	приріст, ц/га до		Окупність K_2O, кг
		контролю	фону			контролю	фону	
Без добрив	33,5	-	-	-	34,8	-	-	-
$N_{120}P_{120}$- фон	35,6	2,1	-	-	38,2	3,4	-	-
Фон + K_{60}	38,4	4,9	2,8	4,7	38,0	3,2	-0,2	-
Фон + K_{120}	38,3	4,8	2,7	2,3	38,5	3,7	0,3	0,3

Основні напрямки ефективного використання калійних добрив:

- науково-обгрунтоване застосування з врахуванням природно-економічних умов регіонів і забезпечення ґрунтів рухомими формами калію;

- підвищення рівня культури землеробства, окультурення ґрунтів, оптимальне насичення ґрунту сівозмін іншими видами добрив, тобто збалансоване живлення сільськогосподарських культур калієм в поєднанні з іншими елементами живлення;

- вапнування кислих ґрунтів;

- внесення калію в сівозміні під культури з високою реакцією на калій і окупністю калійних добрив врожаєм (картопля, цукрові буряки, овочі, кормові коренеплоди, трави та ін.);

- підбір форм калійних добрив з врахуванням біологічних вимог сільськогосподарських культур;

- оптимальний підбір строків і способів внесення добрив;

- оптимізація доз калійних добрив з врахуванням фактичних і прогнозних метеорологічних умов;

- повне забезпечення оптимальними дозами калію в поєднанні з іншими елементами живлення торфових, торфово-болотних ґрунтів, які бідні калієм (0,02-0,3 валового вмісту).

Тема: **КОМПЛЕКСНІ (БАГАТОБІЧНІ) ДОБРИВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

1. Види комплексних мінеральних добрив

2. Поведінка хімічних компонентів складних комплексних добрив на різних типах ґрунтів

3. Характеристика основних комплексних добрив

4. Приготування і застосування суміші мінеральних добрив

5. Виробництво, форми і властивості рідких комплексних добрив

6. Ефективність складних добрив

Комплексними **називають добрива, які містять не менше двох елементів живлення рослин в одній гранулі, або в суміші окремих елементів.**

По способах виробництва їх поділяють на:

- ***складні*** **(одержують в єдиному технологічному циклі в результаті хімічної взаємодії вихідних компонентів. Особливістю їх - наявність в кожній гранулі двох і більше поживних елементів;**

- ***змішані*** **(отримують в результаті механічного змішування двох і більше односторонніх добрив в гранульованому (гранульовані суміші), або порошковидному (порошковидні суміші) вигляді;**

- ***складнозмішані*** **(отримують так званим «мокрим способом» - змішуванням порошковидних односторонніх добрив з наступним, або одночасним введенням в суміш аміакатів, кислот інших азот і фосфоровмісних продуктів, газоподібного аміаку, пари і води);**

- ***рідкі, суспендовані комплексні*** **добрива (для їх виробництва використовують взаємодію рідких, газоподібних і твердих продуктів (РКД) різноманітних суспендованих добавок).**

Переваги комплексних добрив в порівнянні з одновидовими туками:

- краще забезпечують потребу рослин в елементах живлення;
- знижують затрати на перевезення, зберігання і внесення на 10-11%;
- рівномірне їх внесення;
- високий вміст елементів живлення (в азотних добривах становить 33,9, фосфорних – 25,7, калійних - 50,4, тоді як в складних 48,4%);

Біологічні принципи розробки співвідношень поживних речовин та катіонно-аніонного складу комплексних мінеральних добрив:

- на основі складу поживних сумішей як фізіологічно зрівноважених систем;
- даними вивчення співвідношень елементів живлення за багаторічними в простих добривах в польових дослідах з добривами;
- за вмістом поживних речовин в рослинах та виносом їх врожаєм протягом онтогенезу рослин;
- за вмістом поживних речовин в ґрунті і фазами росту рослин, що забезпечує їх оптимальний ріст і розвиток.

Технологічні способи виробництва складних добрив:

- виробництво складних добрив на основі азотного розкладу фосфатної сировини (нітрофоси, нітрофоски);

- отримання з використанням фосфорних кислот (нітроамофоски, діамонітрофоски, нітроамофоси, карбоамофоси, карбоамофоски, амофоси, діамофоси, фосфати амонію і сечовини, РК - марки складних добрив).

Часткове виморожування $Ca(NO_2)_2$ та виділення її із розчину з послідуючою обробкою аміаком

Схема з виморожуванням $Ca(NO_3)_2$

Фосфатна схема

Розкладання фосфатної сировини сумішшю азотної і фосфорної кислот у співвідношенні, яке визначається заданим співвідношенням $N : P_2O_5$ в готовому продукті.

Отриманий продукт містить $Ca(NO_2)_2$ фосфорну і азотну кислоти. Його піддають амонізації з додаванням KCl, гранулюють і висушують NPK – 50%

Карбонатна схема

Складні добрива на основі азотнокислого розкладу фосфатної сировини:

$$Ca_3(PO_4)_3F+10HNO_3=3H_2PO_4+5Ca(NO_3)_2+HF$$

Нітрат кальцію і фосфорну кислоту обробляють аміаком і вугільною кислотою:

$$H_2PO_4+Ca(NO_3)_2+NH_3+CO_2=CaHPO_4+NH_4NO_3+CaCO_3$$

з послідуючою добавкою KCl і гранулюванням.

Містить: 35-37% NPK

Сульфатна схема

Нітрат кальцію і фосфорну кислоту обробляють сульфатом амонію:

$$H_2PO_4+2Ca(NO_3)_2+(NH_4)_2SO_4=CaHPO_4+4NH_4NO_3+CaSO_4+2H_2O$$

В отриманій нітрофосці міститься 35-36% NPK

Сірчано-кислотна схема

Надлишок кальцію зв'язують сірчаною кислотою з послідуючою обробкою розчином аміаку:

$$H_2PO_4+Ca(NO_3)_2+H_2SO_4+2NH_3=CaHPO_4+4NH_4NO_3+CaSO_4+2H_2O.$$

Після введення KCl містить 35% NPK

Класифікація комплексних добрив

Характеристика основних твердих комплексних добрив

Вид добрива	N:P:K	Масова частка, %			Гігроско-пічність	Злежуваність
		N:P:K	P_2O_5 водороз. форма	H_2O		
Амофос	1:4:0 4:0	62-64	90	0,5	0,5	не злежується
Діамофос	1:2,5:0	64-66	90	0,6	72	не злежується
Нітроамофос 1:1:0	1:1:0	46-51	95	0,9	58	не злежується
Нітроамофоска	1:1:1	51-55	95	0,9	54	дуже злежується
Нітрофос	1,4:1:0	40-42	45	0,9	-	дуже злежується
Нітрофоска	1:1:1	32-34	55	1,1	59	дуже злежується
Азофоска	1:1:1	48-50	85	-	-	дуже злежується
Калієва селітра	1:0:3,5	59	-	-	-	дуже злежується
Карбоамофоска	1:1:1	60	95	-	-	не злежується
Змішані та складно-змішані	0:1:1	26-28	80	0,9	-	не злежується
	1:1:1	30-33	80	1,0	-	дуже злежується
	1:1,5:1	25-28	80	1,0	-	дуже злежується

Азотно – фосфорні комплексні добрива:

Амофос $KN_4H_2PO_4$ **(МАФ, фосфат амонію) – подвійне складне добриво, із вмістом 10-12% N і 46-50% P_2O_5. Добувають нейтралізацією фосфорної кислоти амі аком, отримуючи суміш моно, ди, і триамонійфосфату.**

У промисловому амофосі моноамонійфосфати ста новлять 75%. Залежно від виду сировини амофос виробляють двох марок: із апатитової сировини (марка А) із вмістом 11-13% азоту, 44-52 фосфору; із фосфатної сировини (марка Б) із вмістом 9-12% азоту і 41-44% фосфору. Має добрі фізичні властивості, негігроскопічне, легко розсівається, є основною сировиною для приготування складних і змішаних добрив з різним співвідношенням елементів живлення.

Використовують амофос при рядковому і сновному внесенні під всі сільськогосподарські культури на всіх типах грунтів. Високу ефективність використанню амофосу сприяє добра розчинність та утворення в місцях його внесення гідрофосфату кальцію і карбонату амонію.

Його недолік – широке співвідношення між азотом і фосфором (1 : 4), що потребує збалансування не лише по азоту, але і калію.

Діамофос **(ДАФ) $(NH_4)_2HPO_4$ містить 20-21% N і 51-53% P_2O_5. Технологія його виробництва, як і амофосу, полягає в нейтралізації і насичені фосфорної кислоти аміаком. Вміст елементів живлення в добриві залежить від виду сировини: із апатитів він містить 18% азоту і 46% фосфору, а з фосфоритів - 13-13,5% азоту і 41-48% фосфору. У промисловому діамофосі міститься 25% моноамоній і 75% діамонійфосфатів. В діамофосу краще співвідношення між азотом і фосфором (1 : 2,5), ніж в амофосу. Має добрі фізичні властивості, водорозчинний може довго зберігатися, добре змішується з іншими видами добрив.**

Застосовують як і амофос на всіх типах грунтів (особливо на чорноземах) і під всі сільськогосподарські культури.

Магній - амонійфосфат **($MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$) добувають взаємодією розчину моноамонійфосфату з водною суспензією окису магнію або його солей з фосфорною кислотою, аміаком і гідратом окису магнію або його солей (сульфату, хлориду, карбонату магнію). Добриво містить 10-11% азоту, 45-46% доступного рослинам фосфору і 26% оксиду магнію. Фосфор і магній в магній-амонійфосфаті присутній в лимоннорозчинній формі. Магній-амонійфосфат - добриво повільної дії ефективне при використанні на легких за гранулометричним складом грунтах при вирощуванні картоплі, овочевих культур, коренеплодів та на зрошуваних землях.**

Фосфати і поліфосфати сечовини **виробляють взаємодією поліфосфорних (орто і поліфосфорною) кислот із сечовиною і додатковою амонізацією продукту. Фосфати сечовини містять 16-20% азоту і 41-45% фосфору, а поліфосфати – 17% азоту та 52% фосфору. Поліфосфати сечовини добувають і взаємодією пліфосфорної кислоти із сечовиною з наступною амонізацією. Такі добрива містять 21-25% N і 24-31% P_2O_5. Змінюючи кількість сечовини і поліфосфорної кислоти, можна отримувати добрива із заданим вмістом азоту і фосфору, а з добавкою суміші калійних солей - і калію.**

Метафосфат калію **$(KPO_3)n + nHCl + nH_2O$ містить 57% P_2O_5 і 35% K_2O, з яких 35-40% K_2O розчинні у воді, та 60% P_2O_5 присутні в цитраторозчинній формі. Добувають розкладанням хлориду або карбонату калію ортофосфорною кислотою при 450^0С. Метафосфат калію має добрі фізичні властивості, негігроскопічний, добре розсівається, зберігається і транспортується. Залежно від технології добування може розчинятися в слабких кислотах або у воді.**

Після внесення в грунт гідролізується до кислого ортофосфату калію, який доступний для рослин і тому за ефективністю не поступається водорозчинним фосфатам.

Вартість виробництва метафосфату калію значно вища, ніж інших водонерозчин-них фосфорних добрив, але за агрономічною ефективністю вони не відрізняються від водорозчинних фосфатів.

На легких за гранулометричним складом ґрунтах метафосфат калію стійкіший проти вимивання, ніж хлорид калію. Крім того, позитивною якістю метафосфату калію є відсутність хлору, токсичного для багатьох культур. Добриво використовується окремо, коли потрібно внести одночасно фосфор і калій, або в поєднанні із сечовиною або аміачною селітрою. При цьому суміші мають задовільні властивості.

Амофосфат **- комплексне азотно-фосфорне добриво, що містить 16-34 % загального і 8-17 % водорозчинного P_2O_5 та 4-16 % N. На відміну від інших комплексних добрив, де вільна фосфорна кислота повністю нейтралізується аміаком, під час виробництва амофосфату частина кислоти нейтралізується введенням фосфоритного борошна з наступною нейтралізацією залишку кислоти в пульпі аміаком. При цьому витрачається на 15 % менше сірчаної кислоти та енергоресурсів. Фактично амофосфат є проміжним продуктом між суперфосфатом подвійним і амофосом. Засвоюваний фосфор знаходиться в ньому як у формі моноамонійфосфату, так і моно та дикальційфосфату. За ефективністю амофосфат близький до суперфосфату подвійного та амофосу.**

Сульфоамофос **- універсальне водорозчинне гранульоване азотно - фосфорне мінеральне добриво із вмістом: азоту-18%; фосфору - 18%; сірки - 16%, в складі якого азот присутній в амонійній формі, завдяки чому він слабо вимивається, сприяючи більш інтенсивному поглинанню фосфатіонів кореневою системою рослин. В склад сульфоамофосу входить сірка, яка сприяє підвищенню вмісту клейковини в пшениці, олії в сонішнику, сої і ріпаку. Застосовують на всіх типах грунтів і під всі сільськогосподарські культури як основне, припосівне внесения, а також для підживлення рослин. Застосовують в закритому грунті разом з іншими азотними і калійними добривами та для виготовлення тукосумішей.**

Добриво не злежується, негігроскопічне, володіє вирівняним гранулометричним складом.

Метафосфат амонію **(NH_4PO_3) n n добувають взаємодією аміаку з фосфорним ангідридом. Добриво містить 17% N і 80% P_2O_5. лизько 40-60% азоту і фосфору перебувають у важкорозчинних у воді формах. Внаслідок гідролізу вони поступово переходять у водорозчинні сполуки, доступні для рослин. Метафосфати амонію легко переходять в ортофосфати, чим зумовлюється доступність їх для рослин:**

$$(NH_4PO_3)n + H_2O = n\ NH_4HPO_4$$

Перетворення метафосфатів на ортофосфати швидше відбувається в кислих підзолистих ґрунтах чи в лужному середовищі, ніж у нейтральному.

Добриво з добавкою азоту або ка-лію можна використовувати для основного внесення на різних ґрунтах під різні сіль-ськогосподарські культури.

Поліфосфати амонію **$(NH_4)_5P_3O_{10}+(NH_4)_2P_2O_7+(NH_4)_2HPO_4$ добувають нейтралізацією суперфосфорної кислоти аміаком та взаємодією фосфорного ангідриду сполуками азоту. Містить 12-14% азоту і 60-65% водорозчинної фосфорної кислоти, повністю розчиняється у воді. В розчині поліфосфати амонію добре утримують мікроелементи (мідь, цинк, залізо) які дають нерозчинні солі з ортофосфатами. Добувають взаємодією суперфосфорної кислоти з аміаком.**

Поліфосфати амонію мають добрі фізичні властивості, використовують як для прямого внесення, так і в тукосумішах при внесенні на карбонатних грунтах.

Азотно – калійні комплексні добрива:

Калійна селітра **KNO_3 - біла кристалічна речовина із містом 13%N і 46% K_2O. Негігроскопічне має добрі фізичні властивості, характеризується широким співвідношенням між азотом і калієм (1 : 3,5). Це – фізіологічно нейтральне добриво яке добувають як побічний продукт при виробництві азотної кислоти внаслідок обмінного розкладання нітрату натрію і хлориду калію. Використовують її в овочівництві, при вирощуванні культур чутливих до хлору. Висока ефективність калійної селітри проявляється при підживленні. Тукосуміші за її участю мають добрі фізичні властивості.**

Нітрат калію ***(KNO3)*** **- рідке азотно-калійне добриво для вирощування рослин в закритому ґрунті. Не містить шкідливих домішок і не розчинних сполук. Наявність кристалів не є ознакою погіршення якості продукту. Перед використанням такі розчини необхідно підігріти до повного розчинення кристалів, або розвести водою у співвідношенні 1:1. Містить, %: $N\text{-}NO_3$- 4,0-5,1, K_2O-14, pH-3,5-4,5.**

Фосфорно-калійні складні добрива:

Суперфоска **- складне фосфорно-калійне добриво. Залежно від сорту містить 11 - 16% P_2O_5, 12-21% K_2O. Добувають розкладанням апатиту сірчаною кислотою за наявності хлориду калію. Порошкоподібний продукт, просівається крізь сито з діаметром отворів 5 мм.**

Використовують для основного удобрення.

Поліфосфат калію **добувають взаємодією ортофосфорної кислоти і хлориду калію. Реакція відбувається при високій температурі від якої склад добрива змінюється. Маючи добрі фізичні властивості, містить 51% P_2O_5 і 32% K_2O, до 4% хлору.**

Поліфосфат калію можна використовувати як самостійне фосфорно-калійне добриво, а та для виробництва висококонцентрованих рідких добрив використовуючи під культури, які негайно реагують на хлор.

Монофосфат калію **(KH_2PO_4) порошок білого кольору, повністю водорозчинний із вмістом, %: P_2O_5 - 50, K_2O - 34, вологи - 0,5, pH - 4,0 - 4,5. Це добриво сумісне з більшістю добрив і пестицидів, не містить шкідливих домішок, стимулює процеси запліднення квіток, формування і дозрівання плодів, прискорює розвиток рослин підвищуючи врожай і його якість. Використовують для вирощування овочів в закритому і відкритому ґрунті при внесенні з поливною водою, а також для позакореневого підживлення,**

Карбоамофос **- висококонцентроване гранульоване подвійне добриво, містить азот в амідній та аміачній формах, а фосфор у водорозчинній із 60-63% поживних речовин. Для добування використовують фосфорну кислоту і напівпродукт синтезу сечовини. Дослідні партії карбоамофосу випускаються кількох марок (N : P_2O_5 = 1 : 2,5; 1 : 1; 1 : 1)**

Карбоамофос використовують під всі сільськогосподарські культури на грунтах забезпечених калієм.

Азотно – фосфоро – калійні добрива:

Нітрофоска **- складне добриво, що містить азот, фосфор і калій. Хімічна прословість виробляє нітрофоску двох марок із співвідношення N : P : K = 12 : 12 : 12 і 13 : 10 : 13. Їх виробництво ґрунтується на розкладанні природних фосфатів азотною кислотою. Вилучення утвореного при цьому надлишку кальцію з витяжки проводять:**

- виморожуванням надлишку кальцієвої селітри, обробкою аміаком і додаванням хлориду або сульфату калію (виморожена нітрофоска);

- зв'язуванням надлишку кальцію вугільною кислотою і додаванням хлориду калію (карбонатна нітрофоска);

- зв'язуванням надлишку кальцію сірчаною кислотою або сульфатом амонію і додаванням хлориду калію (сульфатна нітрофоска).

В Україні виробляється переважно азотно-сульфатна нітрофоска із вмістом водорозчинного фосфору 55-65 відсотків. Це гранульоване добриво з добрими фізичними властивостями, добре розсівається туковими сівалками.

Нітроамофосфати **(нітроамофос, нітроамофоска, нітродіамофос та нітродіамофоска) виробляють одночасно, або роздільно амонізацією H_3PO_4 і NHз аміаком з наступним додаванням в плав КС1 та гранулюванням суміші. Гранульоване, має задовільні фізичні властивості, мало гігроскопічне, не злежується і добре розсівається.**

Нітроамофоска **містить NPK у співвідношенні *17:17:17*. Є цінним добривом на всіх типах ґрунтів під всі культури при будь-яких способах внесення.**

Нітроамофоска **- це фізіологічно нейтральне гранульоване водорозчинне добриво із вмістом, %: NPK=10:22:18; сірки - 5; кальцію - 1,5; заліза - 0,4; мг/кг: бору – 13,8; міді – 11,0; цинку – 83,3; марганцю – 98,3; молібдену – 3,0.**

Нітродіамофос та нітродіамофоска **відрізняється від нітроамофосу і нітроамофоски більшим вмістом діамонійфосфату. Це перспективні безбалластні складні добрива.**

Нітроамофосфати (нітроамофос, нітроамофоска, нітродіамофос та нітродіамофоска) **виробляють одночасно, або роздільно амонізацією H_3PO_4 і NH_3 аміаком з наступним додаванням в плав КС1 та гранулюванням суміші.**

Співвідношення N : P_2O_5 : K_2O	Співвідношення у вихідній суміші $NH_4H_2PO_4$:NH_4NO_3:KCl	Склад, %			Вміст діючих речовин, %
		N заг.	P_2O_5	K_2O	
1:1:0	41,5:58,6:0	25,6	25,6	0	51,2
1:1:1	29,4:41,7:28,9	18:2	18,2	18,2	54,6
1:1,5:1,5	35,5:29,6:34,4	14,7	22,2	22,2	59,1

Нітроамофоска **. Це - універсальне комплексне мінеральне добриво із вмістом NPK у співвідношенні *16:16:16* в легкозасвоювні формі. Наявність мікроелементів і сульфатної сірки, відіграє важливу при вирощуванні хретоцвітих культур.**

Стартове добриво вноситься під предпосівну культивацию або при посіві, на всіх типах грунтів, для закритого і відкритого грунту, забезпечуючи добрий розвиток кореневої системи, прискорює строки і терміни дозрівання.

Це – фізіологічно нейтральне добриво з високою засвоюваністю, підвищеною міцністю гранул, має вирівняний гранулометричний склад, сумісне з іншими видами добрив, добре розчиняється у грунті.

Випускається в гранулах, оброблених антизлежувачем, що забезпечує добру сипучість і можливість тривалого зберігання.

брив в Україні пропонує: нітроамофоске NPK=1O:26:26;

Нітроамофоска 16 : 16 : 16

Нітроамофоска 8: 24 : 24

Нітроамофоска 17: 0,1 : 28

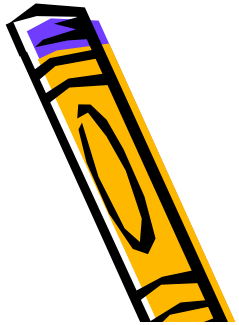
Нітроамофоска 21: 0,1 : 21

Склад нітроамофосу та нітроамофоски

Співвідношення $N : P_2O_5 : K_2O$	Співвідношення у вихідній суміші $NH_4H_2PO_4 : NH_4NO_3 : KCl$	Склад, %			Вміст діючих речовин %
		N заг.	P_2O_5	K_2O	
1:1:0	41,5 : 58,6 : 0	25,6	25,6	0	51,2
1:1:1	29,4 : 41,7 : 28,9	18:2	18,2	18,2	54,6
1:1,5:1,5	35,5 : 29,6 : 34,4	14,7	22,2	22,2	59,1

Кристалін **- складне азотно-фосфорно-калійне добриво. Виробляють із різним співвідношенням NPK. Містить від 41 до 60% поживних речовин (азоту 10-20 % (аміачного 5-12, нітратного - 2-8%), P_2O_5 - 10-20 % та K_2O - 10-20 %. Це безхлорне водорозчинне добриво, яке добувають нейтралізацією суміші H_3PO_4 та HNO_3 аміаком з наступним випаровуванням пульпи, введенням до плаву K_2SO_4 та гранулюванням. Повністю розчинне у воді, використовується в суміші з мікроелементами в закритому ґрунті. Майже не містить хлору.**

Карбоамофоска **містить азот в амідній формі, водорозчинний фосфор і калій. Виробляють із фосфорної кислоти, напівпродуктів синтезу карбаміду і солей калію. Випускають в гранульованому вигляді різних марок N:P:K= 25:30; 34:17; 33:20, а введення в суміш калієвмісних солей - карбоамофоска (20:20:20) із сумарним вмістом до 60-65% поживних речовин. Азот в даних добривах представлений амідною (70-75%) і аміачною формами, до 90% фосфору водорозчинного.**



Растворін **- це водорозчинне добриво з повним набором елементів живлення, яке призначене для вирощування культур у відкритому і закритому ґрунті, в тому числі і для малооб'ємних технологій вирощування овочів і краплинного зрошування садів. Містить комплекс мікроелементів в хелатній формі. Випускається із різним вмістом поживних речовин. Всі марки можуть змішуватись між собою і сумісні з іншими мінеральними добривами. Може виготовлятися партіями з різним pH, співвідношенням NPK і магнію, з мікроелементами сульфатної або халатної форм, або без них (растворін - МТ-1 марки Б2). Нова марка призначена для вирощування культур закритого ґрунту на мало-об'ємних органічних і мінеральних субстратах. Вміст елементів живлення, %: N-NO_3 - 3, P_2O_5 - 11,0, K_2O - 35,0, MgO - 4,0, Fe ЕДТА - 0,054, Mn ЕДТА - 0,042, Zn ЕДТА - 0,014, Cu ЕДТА - 0,01, B - 0,02, Mo - 0,004.**

Марки растворину та вміст поживних речовин

Показники	Марки			
	А	$А_1$	Б	$Б_1$
Зовнішній вигляд	Суміш гранул і порошку гранул і порошку			
Азот загальний, %	10,0	8,0	18,0	16,0
в т. ч. $N\text{-}NH_4$	5,0	4,0	9,0	8,0
$N\text{-}NO_3$	5,0	4,0	9,0	8,0
P_2O_5	5,0	6,0	6,0	16,0
K_2O	20,0	28,0	18,0	16,0
MgO	5,0	3,0	-	-
Мікроелементи, %	Fe (ЕДТА) - 0.054; Zn (ЕДТА) - 0.014; Cu (ЕДТА) - 0,01; Mn (ЕДТА) - 0.042; ; Mo - 0.004; B - 0.02			
Показник pH	3,0-4,5	3,0-4,5	3,0-4,5	3,0-4,5
Нерозчинний залишок, %	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Кристалін **- складне азотно-фосфорно-калійне добриво. Виробляють шість марок із різним співвідношенням NPK. Містить від 41 до 66 % поживних речовин, у тому числі азоту - 10-20% (аміачного 5-12%, нітратного 2-8%), P_2O_5 - 10 - 20% та K_2O - 10-20%, H_2O - не більше 1,5%.**

Безхлорне водорозчинне добриво, яке добувають нейтралізацією суміші H_3PO_4 та HNO_3 аміаком з наступним випаровуванням пульпи до плаву, добавлянням K_2SO_4 та гранулюванням. Цінне при вирощуванні овочів, особливо в закритому ґрунті.

Кристалін повністю розчиняється у воді, а тому незамінний у теплицях і в гідропоніці. На відміну від інших добрив майже не містить хлору і може використовуватися в суміші із мікроелементами. Його можна вносити в блокових теплицях у вигляді водного розчину через автоматизовану систему зрошення.

Фосфат сечовини **- рідке концентроване азотно-фосфорне добриво, призначене для удобрення культур закритого ґрунту. Містить, %: $N\text{-}NH_2$-17,0; P_2O_5-[illegible]5-2,5;**

Інші комплексні добрива:

Метафосфат кальцію **$Ca(PO_3)_2$ містить загальної фосфорної кислоти 65-74%, цитраторозчинної - 63-74, водорозчинної - 8-49, вміст CaO - 22-27 %;**

Високою засвоюваністю характеризуються метафосфати, добуті при температурі понад 1000 °С, а також осадженням водорозчинних метафосфатів солями кальцію. Вміст загальної фосфорної кислоти - 65-74%, цитраторозчинної - 63-74, водорозчин-ної - 8-49, вміст CaO - 22-27 %.

Нітрат кальцію **($Ca(NO_3)_2$ – рідке азотно-кальцієве добриво для вирощування культур закритого ґрунту. Кальцієва селітра для рослин є незамінимим джерелом водорозчинного кальцію; а азот в нітратній формі сприяє кращому засвоюванню кальцію, являючись його носієм при засвоєнні кореневою системою рослин. І кальцій, і азот повністю засвоюються рослинами.**

Тукосуміші (суміші) **- це механічне поєднання добрив, які мають в своєму складі дві і більше поживних речовин.**

***Тукосуміші* (суміші)** - **це механічне поєднання добрив, які мають в своєму складі дві і більше поживних речовин.**

Марки NPK тукосумішей «СТИМУЛ» :

4-17-40; 6-26-30; 9-26-26; 9-29-24; 9-39-15; 10-20-30; 12-24-24; 15-30-15; 17-20-21;

19-19-19; 23-18-15; 25-21-10; 32-11-9; 36-16-0.

Компоненти тукосуміші «СТИМУЛ»: азот - представлений сечовиною (46%); фосфор - аммофосом (12% аммонійний і 52% P_2O_5); калий - гранульованим хло-ристим калієм (60% K_2O).

Найбільш поширені NPK тукосуміші в Україні:

9-10-36	15-15-22	9-25-25
3-13-45	4-17-40	6-26-30
5-13-33	17-17-17	8-26-26
17-14-20	15-19-19	8-29-24
7-14-30	10-20-30	7-30-15
10-14-32	5-21-36	та інші

Допустимість змішування мінеральних добрив

Добрива	Амі ачна селі тра	Сульфа т амонію	Сеч ови на	Суперфо сфат простий	Суперфо сфа простий нейтраліз ований	Супер фосфат гранул ьовани й	Суперф осфат подвій ний	Фосфо ритне борошн о	Амофо с,діамо ній фосфат	Хорр исти й калі й	Калій на сіль	Сірча нокис лий калій
Аміачна селітра	М	П	Н	Н	П	П	П	Н	П	П	П	П
Сульфат амонію	Н	П	М	Н	П	П	П	П	П	П	П	П
Сечовина	Н	П	М	Н	П	П	П	П	П	П	П	П
Суперфосфат простий	Н	М	Н	М	М	М	М	Н	П	П	М	Н
Суперфосфат простий нейтралізований	П	М	П	М	М	М	М	М	М	П	П	М
Суперфосфат гранульований	П	М	П	М	М	М	М	М	М	П	П	М
Суперфосфат подвійний	П	М	П	М	М	М	М	М	М	П	П	М
Фоосфоритне борошно	П	М	П	М	М	М	М	М	М	П	П	М
Амофос, діамоній фосфат	П	М	П	М	М	М	М	М	М	П	П	М
Хлористий калій	П	П	П	П	П	П	П	П	П	М	М	М
Калійна сіль	П	П	П	П	П	П	П	П	П	М	М	М
Сірчанокислий	П	М	П	М	М	М	М	М	М	М	М	М

Рідкі комплексні добрива

Це водні розчини або суспензії, що містять два або більше елементів живлення в розчиннику.

Основні форми РКД виготовляють з використанням орто та поліфосфорної (супер-фосфорної) кислот, не маючи в своєму складі вільного аміаку.

Технологія виробництва рідких комплексних добрив полягає в звязуванні аміаку фосфорною (суперфосфорною) кислотою з додаванням хлористого або сірчанокисло-го калію, сечовини або аміачної селітри.

Склад таких добрив (співвідношення N:P:K) - різноманітний і може задовольняти потребу різних сільськогосподарських культур в поживних речовинах з врахуванням властивостей агрохімічних властивостей ґрунтів.

Основні біологічні принципи розробки співвідношень поживних речовин та катіонно-аніонного складу комплексних мінеральних добрив:

- на основі складу поживних сумішей як фізіологічно зрівноважених систем;

- даними вивчення співвідношень елементів живлення за багаторічними в простих добривах в польових дослідах з добривами;

- за вмістом поживних речовин в рослинах та виносом їх врожаєм протягом онтогенезу рослин;

- за вмістом поживних речовин в ґрунті і фазами росту рослин, що забезпечують їх оптимальний ріст і розвиток.

Вміст поживних речовин в рідких комплексних добривах

	Сумарний вміст поживних речовин, %	Густина, г/см^3	Вміст поживних речовин, кг/м^3
9 : 9 : 9	27	1,24	33,5
10 : 34 : 0	44	1,35	59,4
11 : 37 : 0	48	1,40	67,2
12 : 12 : 12 (суспензія)	36	1,35	48,6

Склад суспензій на основі РКД 10-34-0, кг/м^3 ***(за даними Ю. А. Смирнова, 1987)***

Суспензія (N: P_2O_5:K_2O)	Азотовмісний розчин (28:0:0)	Карбамід	РКД	Хлорид калію	Глина	Вода
13:13 :13	328	203	383	217	20	70
4:14:21	103	63	412	350	20	270
10 : 20:10	147	90	589	167	20	211
5:10:30	74	45	294	500	20	253
15:5:20	484	295	148	334	20	217

Закономірності дії складних добрива в порівнянні із сумішами стандартних простих добрив:

- на дерново-підзолистих ґрунтах і чорноземах лісостепової зони трьох і двоком-понентні добрива (нітрофоска, нітроамофоска, амофос і нітроамофос) на посівах зер-нових, цукрових буряків, льону і картоплі при основному внесенні за ефективністю близькі сумішам односторонніх добрив, а в окремих випадках їх переважають. При вирощуванні картоплі вищу ефективність забезпечує безхлорна нітрофоска порівняно із сумішами добрив, в складі яких присутній хлористий калій;

- на чорноземах звичайних, карбонатних і південних степової зони, ефективність складних добрив нижча через нестачу вологи. Внесення під зернові культури нітроамофоски забезпечує дещо вищі прирости врожаю порівняно із нітрофоскою;

- на каштанових і сірих опідзолених ґрунтах зрошення значно підвищує ефектив-ність добрив, в тому числі і складних. При удобренні зернових, кукурудзи дво і трьох-компонентними складними добривами достовірно перевищує приріст врожаю порів-няно із сумішами простих добрив;

- найвищу ефективність складні добрива забезпечують при припосівному (локальному) внесенні під зернові, технічні, силосні та однорічні трави.

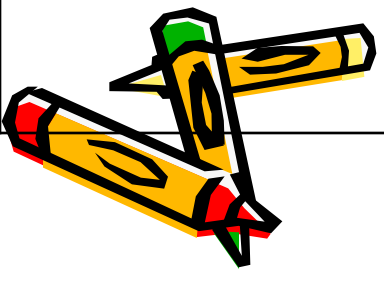
Ефективність РКД порівняно з твердими туками.

- сумарні витрати на виробництво 1 тонни поживних речовин РКД на 25% нижчі, ніж 1 тонни твердих туків.

- механізуються всі виробничі процеси - від навантаження до внесення в ґрунт, зменшивши затрати ручної праці в 2-3 рази (при заміні суперфосфату РКД марки 10:34:0 затрати праці на виробництво центнера додаткової продукції були меншими по озимій пшениці на 30, льону - на 19, цукрових буряків - на 23, картоплі - на 10%, а чистий прибуток був вищим відповідно на 25,5, 4, 150 і 50 відсотків. Заміна суперфос-фату РКД марки 10:34:0 при вирощуванні кукурудзи на зерно, зменшувала на 1 тону добрив: капіталовкладень - на 28, експлуатаційних витрат - на 24, затрати праці - на 56 відсотків.

Вміст поживних речовин в рідких комплексних добривах

Співвідношення $N:P_2O_5:K_2O$	Сумарний вміст поживних речовин, %	Густина, г/см^3	Вміст поживних речовин, кг/м^3
9:9:9	27	1,24	33,5
10:34:0	44	1,35	59,4
11:37:0	48	1,40	67,2
12:12:12 (суспензія)	36	1,35	48,6



Суспендовані комплексні добрива.

Склад суспензій на основі РКД 10-34-0, кг/м³ ***(за даними Ю. А. Смирнова, 1987)***

Суспензія (N: P_2O_5:K_2O)	Азотовмісний розчин (28:0:0)	Карбамід	РКД	Хлорид калію	Глина	Вода
13:13 :13	328	203	383	217	20	70
4:14:21	103	63	412	350	20	270
10 : 20:10	147	90	589	167	20	211
5:10:30	74	45	294	500	20	253
15:5:20	484	295	148	334	20	217

Склад суспензій на основі РКД 10-34-0, кг/м^3

(за даними Ю. А. Смирнова, 1987)

Суспензія (N: P_2O_5:K_2O)	Азотовміс-ний розчин (28:0:0)	Карбамід	РКД	Хлорид калію	Глина	Вода
13:13 :13	328	203	383	217	20	70
4:14:21	103	63	412	350	20	270
10 : 20:10	147	90	589	167	20	211
5:10:30	74	45	294	500	20	253
15 : 15 :20	484	295	148	334	20	217

Ефективність комплексних суспензійних добрив «Лактофол» на дерново-підзолистих та сірих опідзолених фунтах Західного Полісся і Лісостепу

Культура	Продукція	Удобрення			Лактофол		Урожай, ц/га				Рекомендовані строки внесення Лактофолу
		фон					всього		приріст		
		N	P_2O_5	K_2O			Фон+Лактофол		ц/га	%	
		кг/га			Na	марка	Na	марка			
Озима пшениця	зерно	60	60	60	5	0	56,3	62,4	6,1	10,8	Початок виходу стрілку
Ячмінь	зерно	60	60	90	5	0	19	23,1	4,1	17,7	Закінчення кущіння
Ячмінь	зерно	60	60	90	5+ 5	0	31,0	37,6	6,6	21,3	Закінчення кущіння +початок колосіння
Льон	насіння	30	60	120	10*	Б	6,4	11,1	4,7	73,4	Висота рослин 6—8 см
Цукрові буряки	коренеплоди	140	120	160	10	Б	372	448	75	20,4	Змикання міжрядь
Цукрові буряки	цукор	140	120	160	10	Б	61,9	79,7	17,8	28,7	Змикання міжрядь

Лактофол з підвищеним (до 2 %) вмістом бору

В Україні зареєстровані і дозволені для використання добрива які проявляють комплексну дію на біопродуктивність ґрунту:

АГРОКОМПЛЕКС NPK, **гр., (N-20%, P_2O_5-39%, K_2O-30%), ТОВ «Спецпромпостач», Україна. Рекомендується для основного внесення восени і рано навесні в дозі 330-420 кг/га;**

АГРОКОР, **п., (N-5,0%, P_2O_5-12,0%, солі гумінових кислот-250 г/кг), ТОВ ВКФ «Евікем», Україна, виробник: ТОВ «Невська лінія», Росія. Рекомендується для передпосівної обробки насіння (0,1-0,2% розчин), обприскування сходів (0,02-0,05%) робочим розчином;**

АГРОЛАЙФ, **гр., (N-2-14%, P_2O_5-3-6%, K_2O-2-12%), ЗАТ «Еко-Азот», Україна. Рекомендується як основне добриво з дозою внесення 0,2-2,5 т/га.**

АЗОТНО-ФОСФОРНЕ ДОБРИВО, **гр., (N-27,0-33,0%, P_2O_5-2,0-8,0%, ВАТ «Азот», Україна. Рекомендується для основного та передпосівного внесення в дозі 45-160 кг/га;**

АЗОТНО-ФОСФОРНО-КАЛІЙНЕ ГРАНУЛЬОВАНЕ ДОБРИВО, **марка 13:19:19, гр., (N-13% P2O5-19%, K2O-19%), ТОВ «Росапатитінвест», Україна, виробник: ВАТ «Амофос», Росія. Рекомендується вносити в дозі 300-650 кг/га восени та весною;**

***АЗОФОСКА* марки 1:1:1,** гр., (д.р. N-16%, P_2O_5-16%. K_2O-16%), заявник - ТОВ «Укрaгроком», Україна, виробник: ВАТ «Міндобрива», Росія. Реко-мендується при внесенні під основний обробіток ґрунту в дозі 115-360 кг/га;

***АКВАРИН*,** гр., (N-3-20%, P_2O_5-5-41%, K_2O-8-38%), ВАТ «Буйський хімічний завод», Російська федерація. Рекомендується використовувати при краплинному зрошенні 0,2% робочим розчином (0,7-0,8 кг/м2);

АКТІВІН (Тренер), (N-6-20%, P_2O_5-0-20%, K_2O-10-20%), заявник-ТОВ «Аг-ріСол», виробник: ф., «Валагро», Італія. Рекомендується для підживлення газонних трав, квітів 35 г/м2;

***АМОФОСФАТ* марки NP,** гр., (N-16%, P2O5-16%), ДАК «Титан», Україна. Реко-мендується при основному внесенні в дозі 70 кг/га;

***БІОВІТ*,** р., (N-0,7%, P2O5-0,2%, гумусові сполуки-0,8%), ТОВ «Інститут регіона-льної інформації і технології», Україна. Рекомендується для позакореневого піджив-лення в дозі 5-10 л/га;

***БІОГУМУС* марки «Ідеал» (Новий ідеал),** р., (N-5%, P2O5-8-10%, K2O-9-10%, гумінові речовини-2%), ТОВ «Караван», Україна, виробник: ЗАТ МНПП «Фарт», Росія.

***БІОГУМУСИ* марки «Жива земля» (Нова земля),** тверда порошкоподібна фракція, таблетки (N-2-25 мг/кг, P-10-50 мг/кг, K-10-50 мг/кг, CaO-100-600 мг/кг, MgO-50-300 мг/кг, Fe2O3-5-25 мг/кг, гумінові речовини - не менше 10 мг/кг), заявник-ТОВ «Караван», Україна. Рекомендується для підживлення овочевих культур і квітів 1 раз в місяць 100 г/рослину або 400-500 г/м2;

***БІОГУМУСИ* марки «Сад чудес»,** р., (N-2,8-10,0%, P-3,9-5,7%, K-4,8-8,0%), заявник-ТОВ «Караван», Україна, виробник: ЗАТ МНПП «Фарт», Росія. Рекомендується для обприскування рослин 0,1% розчином 1-2 рази на місяць квітів з витратою 10 л на 5-7 м2;

***БІОГУМУСИ* марки «Сад чудес»,** тверда порошкоподібна фракція (N-75-150 мг/кг, P-150-300 мг/кг, K-200-330 мг/кг), заявник-ТОВ «Караван», Україна, виробник: ЗАТ МНПП «Фарт», Росія. Використовується як грунт при вирощуванні квітів 0,5-5,0 кг на рослину;

БІОФОРА, кр.п., (N-14%, K_2O-13,2%), Інститут системних іновацій «Салюс», Україна. Рекомендується для обробки насіння 2 кг/т, черенків 2 г/10 л води, розсади 2 г/ 1 л води, позакореневого обприскування при дозі внесення 0,1-2,0% розчином (2 кг/га);

НІТРОФОСКА, гр., (N-не менше 10%, P_2O_5 - не менше 26%, K_2O - не менше 26%), «РосАгроІнвест», Україна, виробник: ВАТ «Амофос», Росія. Рекомендується для основного рядкового внесення та в підживлення з дозою 150-450 кг/га;

ДОБРИВО АЗОТНО-ФОСФОРНЕ-КАЛІЙНЕ **комплексне, марка 16:16:16, ТОВ «РосАпатитінвест», Україна, виробник Республіканське унітарне підприємство Гомельський хімічний завод», Білорусь. Рекомендується при основному удобренні овочевих та плодово-ягідних культур з дозою внесення 300-600 кг/га;**

ДОБРИВО МІНЕРАЛЬНЕ NP, **(азотно-фосфорне) (N-32%, P_2O_5-3-5%), ПАТ «Концерн Стирол», Україна. Рекомендується як основне добриво під зернові культури з дозою внесення 60-120кг/га;**

ЕКОПЛАНТ **(зола соняшника), п., (P_2O_5-7,66%, K_2O-49,29%, MgO-10,03%, CaO-12,26%), ТОВ «Обрій», Україна. Рекомендується як основне добриво під картоплю в дозі 500 кг/га;**

ЕКОТЕРА, **гр., (N-2,35%, P_2O_5-1,95% K_2O-1,51%), ТОВ «Екотера», Україна. Рекомендується внесення під час посіву цукрових буряків, гороху в дозі 110-220 кг/га;**

КАЛЬЦИНІТ **(кальцієва селітра), гр., (N-15,5%, Ca2O-19%), ф., «Норск Гідро АСА», Норвегія. Рекомендується для позакореневого підживлення огірків та томатів закритого ґрунту 0,2-0,3% розчином впродовж вегетації;**

КАЛЬЦИНІТ **(кальцієва селітра, нітрабор, тропікоут), гр., (N-15,5%, Ca2O-26,5%), заявник: ф., «NUЗ NV», Бельгія, виробник: ф., «Yara Porsgrunn Norway», Норвегія. Рекомендується для позакореневого підживлення овочів відкритого ґрунту впродовж вегетації з дозою витрати 1-10 кг/га (0,1-2,0% водним розчином;**

КЕМІРА NPK, **гр., дрібнокристалічне (N-0-36%, P_2O_5-50%, K_2O-0-50%), АТ «Кеміра Гроу Хау», Фінляндія; АТ «Кеміра Ліфоса», Литва. Рекомендується для внесення під основний обробіток грунту-50-1200 кг/га, та в позакореневе підживлення-50-100 кг/га;**

КЕМІРА БЛЕНД, **гр., (N-4-25%, P_2O_5-0-21%, K_2O-0-32%), АТ «Кеміра Гроу Хау», Фінляндія, виробник: ЗАТ «Кеміра Агро», Росія. Рекомендується для внесення під основний обробіток ґрунту 120-1000 кг/га та для кореневого підживлення 50-100 кг/га;**

КЕМІРА NPK, **гр., дрібнокристалічне (N-0-36%, P2O5-50%, K2O-0-50%), АТ «Кеміра Гроу Хау», Фінляндія; АТ «Кеміра Ліфоса», Литва. Рекомендується для внесення під основний обробіток грунту-50-1200 кг/га, та в позакореневе підживлення-50-100 кг/га;**

КЕМІРА БЛЕНД, **гр., (N-4-25%, P2O5-0-21%, K2O-0-32%), АТ «Кеміра Гроу Хау», Фінляндія, виробник: ЗАТ «Кеміра Агро», Росія. Рекомендується для внесення під основний обробіток ґрунту 120-1000 кг/га та для кореневого підживлення 50-100 кг/га;**

КОМПЛЕКСНЕ МІНЕРАЛЬНЕ ДОБРИВО NP, **гр., (N-25%, P_2O_5-8-14%), Дніпровський завод мінеральних добрив, Україна. Рекомендується для вне-сення під передпосівну культивацію в дозі 100-200 кг/га;**

КОМПЛЕКСНЕ МІНЕРАЛЬНЕ ДОБРИВО NPK, **гр., (N-8-14%, P_2O_5-8-14%, K_2O-10-14%. Рекомендується для внесення під передпосівну культивацію 200-699 кг/га;**

РІВЕРМ, **р. (N-4,3%, P_2O_5-1,9%, K_2O-1,9%), Міжнародний екологічний благодійний фонд «Антар-Віта», Україна. Рекомендується для внесення в грунт 5-10 л/га та при позакореневому підживленні 1-5 л/га;**

СКОТС (ЕНГО), **гр., (N-5-40%, P2O5-5-20%, K2O-5-45%), заявник- ф. «Скотс Інтернешнл БВ», Голландія; ТОВ «Енго», Україна, виробник: ф. «Скотс Інтернешнл БВ», Голландія; Ф. «Енго ЛТД.», Словаччина. Рекомендується для підживлення краплинним зрошенням 0,12-0,25% базовим розчином, приготування грунтосумішей при вирощуванні розсади та квітів 5 кг/м3 ґрунту;**

СУЛЬФАТ КАЛІЮ, **кр., (K_2O-51%, S-18%), заявник-ТОВ «АгріСол», виробник: ф., «Тессендерло кімі Н.В.», Італія. Рекомендується для внесення шляхом капельного зрошення томатів та квітів закритого ґрунту 0,2-0,3% водним розчином;**

СУЛЬФАТ КАЛІЮ ГРАНУЛЬОВАНИЙ, **гр., (K_2O-50,0%, S-18%) заявник-ЗАТ «УкрАгро НПК», Україна, виробник: ф., «Калі унд Фальц ГомбХ», Німеччина. Рекомендується як основне внесення під плодові культури 120-150 кг/га, овочеві 70-100, картоплю 90-120, цукрові буряки 130-170, виноградники 60-120 кг/га;**

ТЕРРАФЛЕКС (ГІДРОФЛЕКС), **р., (N-8,5-18,0%, P_2O_5-6,0-12,0%, K_2O-21,0-39,5%), ф., «NU3 N.V.», Бельгія. Рекомендується для внесення шляхом фертигації щотижня впродовж вегетації 1,3-2,7 г/м2;**

ТУКОСУМІШ NK **(азотно-калійне добриво), гр.(N-27%, K_2O-10-30%), ВАТ «Концерн Стирол», Україна. Рекомендується як основне добриво з дозою внесення 90-120 кг/га;**

Таблиця 2. Вміст макро-, мезо- та мікроелементів у добриві

Елемент	Террафлекс-Т 15-8-25	Террафлекс-С 17-7-21	Террафлекс-F 18-6-19	Террафлекс-S 14-6-25
N-загальний	15%	17%	18%	14%
$N\text{-}NO_3$	10%	10,5%	10,5%	9%
$N\text{-}NH_4$	5%	6,5%	7,5%	5%
P_2O_5	8%	7%	6%	6%
K_2O	25%	21%	19%	25%
MgO	3,5%	3%	3%	3,2%
Fe (EDDHA)	700 мг/кг	800 мг/кг	2000 мг/кг	1100 мг/кг
Mn (EDTA)	450 мг/кг	500 мг/кг	250 мг/кг	540 мг/кг
Zn (EDTA)	250 мг/кг	300 мг/кг	300 мг/кг	470 мг/кг
Cu (EDTA)	35 мг/кг	40 мг/кг	60 мг/кг	40 мг/кг
B	250 мг/кг	250 мг/кг	410 мг/кг	230 мг/кг
Mo	40 мг/кг	47 мг/кг	70 мг/кг	43 мг/кг

Таблиця 1. Класифікація добрива Террафлекс

Добриво	Склад	Використання на культурі	Розчинність	ЕС, 1 г/л при 20°С
Террафлекс Т	15-8-25+3,5 MgO +ТЕ	Томат, перець	мін. 200 г/л	1,34 мСм/см
Террафлекс С	17-7-21+3Mg+ТЕ	Огірок, кавун, диня, кабачок	мін. 200 г/л	1,37 мСм/см
Террафлекс F	18-6-19+3MgO+ТЕ	Квіти	мін. 200 г/л	1,40 мСм/см
Террафлекс S	14-6-25+ 3,2MgO+ТЕ	Полуниця	мін. 200 г/л	1,34 мСм/см

ТЕРРАФЛЕКС, **р., (N-8,5-18,0%, P_2O_5-6,0-12,0%, K_2O-21,0-39,5%), ф., «NUЗ N.V.», Бельгія. Рекомендується для внесення шляхом фертигації щотижня впродовж вегетації 1,3-2,7 т/м2;**

Основні специфічні особливості:

- не містить домішок, оскільки його виробляють із найбільш чистої сировини;

- сипучий кристалічний порошок, який швидко і повністю розчиняється у воді;

- використовується протягом всього життєвого циклу рослин, для використання не потребує складних розрахунків;

- баланс NPK у формулі Террафлекс точно збалансовано до потреб окремих культур;

- добриво ідеально підходить для використання при краплинному зрошенні, дощуванні та ручному обприскуванні;

- у добриві дуже високий вміст магнію (особливо цінне для культур, які вирощуються на грунтах з його дефіцитом);

- для забезпечення оптимального живлення рослин потрібна невелика кількість продукту, оскільки в добриві Террафлекс високі концентрації елементів живлення.

ГІДРОФЛЕКС, **р., (N-8,5-18,0%, P_2O_5-6,0-12,0%, K_2O-21,0-39,5%), ф., «NUЗ N.V.», Бельгія. Рекомендується для внесення шляхом фертигації щотижня впродовж вегетації 1,3-2,7 г/м^2;**

Основні переваги добрива Гідрофлекс:

- не містить домішок, оскільки його виробляють з найбільш чистих компонентів;

- повністю водорозчинний у воді, сипкий, не злежується;

- забезпечує рослини всіма елементами живлення в оптимальному співвідношенні (у комбінації з нітратом кальцію);

- містить всі необхідні для рослин мікроелементи у хелатованій формі;

- характеризується низькою електропровідністю, тобто може бути використане із залізом (Fe), яке входить до складу Гідрофлексу, хелатоване у формі ОТРА, що гарантує краще його засвоювання, навіть якщо вода жорстка (високий рівень pH). Сполука Fe-ОТРА зарекомендувала себе як найефективніший хелат (комплексон) для гідропоніки;

- фертигаці може регулюватися відповідно до якості води, фаз розвитку, величини коефіцієнта електропровідності;

- фертигація зменшує кількість застосовуваних добрив, дає змогу уникнути складних розрахунків та виключає ризик помилок при фертигації.

Ca^{++}
NO_3^-
NH_4^+
K^+
Mg^{++}
$H_2PO_4^-$
SO_4^{--}
Кальцініт
Fe
Mn
Zn
B
Cu
Mo
Гідрофлекс, Террафлекс
мікс
Вода
Материнський розчин
Фертигація

Тема: МІКРОДОБРИВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

1. Значення мікродобрив в нарощуванні біомаси рослин та її якості

2. Види мікродобрив:
2.1. Бор і борні добрива
2.2. Марганець і марганцеві добрива
2.3. Мідь і мідні добрива
2.4. Молібден і молібденові добрива
2.5. Цинк і цинкові добрива
2.6. Фтор і фторні добрива

3. Водорозчинні добрива на хелатованій основі

4. Ефективність використання мікродобрив

Мікродобривами **називаються добрива, що містять мікроелементи, речовини необхідні рослинам в невеликій кількості. Фізіологічне їх значення для рослин, тварин і людини таке ж важливе, як і основних елементів живлення - вуглецю, кисню, водню, азоту, фосфору, калію, кальцію, сірки, натрію та інших елементів.**

Вони приймають безпосередню участь у формуванні врожаю, визначають його величину і якість впливаючи на:

- синтез ферментів, які дозволяють інтенсивніше використовувати сонячну енергію, воду та елементи живлення;

- підсилення відновлення активності тканин, знижуючи захворюваність рослин;

- підвищення імунітету рослин (нестача мікроелементів в рослинах впливає на стан фізіологічної депресії і загальної схильності до хвороб);

- прискорення окремих біохімічних реакцій (сумісний вплив мікроелементів значно підсилює їх каталітичні властивості);

- відновлення нормального розвитку рослин, що в підсумку сприяє підвищує якісні показники вирощеної продукції. При їх нестачі - надлишку порушується обмін речовин, зменшується продуктивність рослин, знижується працездатність людини, виникають захворювання.

Орієнтовні дози забезпеченості ґрунтів рухомими формами мікроелементів *(за даними Я.В. Пейве-Г.Я. Рінкіса)*

Ступінь забезпеченості	Вміст мікроелементів, мг/кг					
	B (H_2O)	Zn (1нKCl)	Mn (1н H_2SO_4)	Cu (1н HCl)	Mo (оксалатний розчин з pH-3,3)	Co (1н HNO_3)
Низький	0,23	0,7	0,00	1,5	0,1	1,0
Середній	0,34-0,70	0,8-1,5	31-70	1,6-3,3	0,11-0,22	1,1-2,2
Високий	0,71	1,6	71	3,4	0,23	263

До мікроелементів відносять:

Cu, Mn, Fe, Co, Zn, B, Mo, V, Os іноді Li, Ag, Ni.

Відповідно до цього мікродобрива прийнято поділяти на: марганцеві, мідні, цинкові, борні, молібденові та інші.

Групу елементів, що перебувають в рослинах у вигляді слідів, менше 0,001% на суху речовину і радіонукліди, називають ультрамікроелементами.

За агрегатним станом мікро -і ультрамікроелементи поділяють тверді і рідкі.

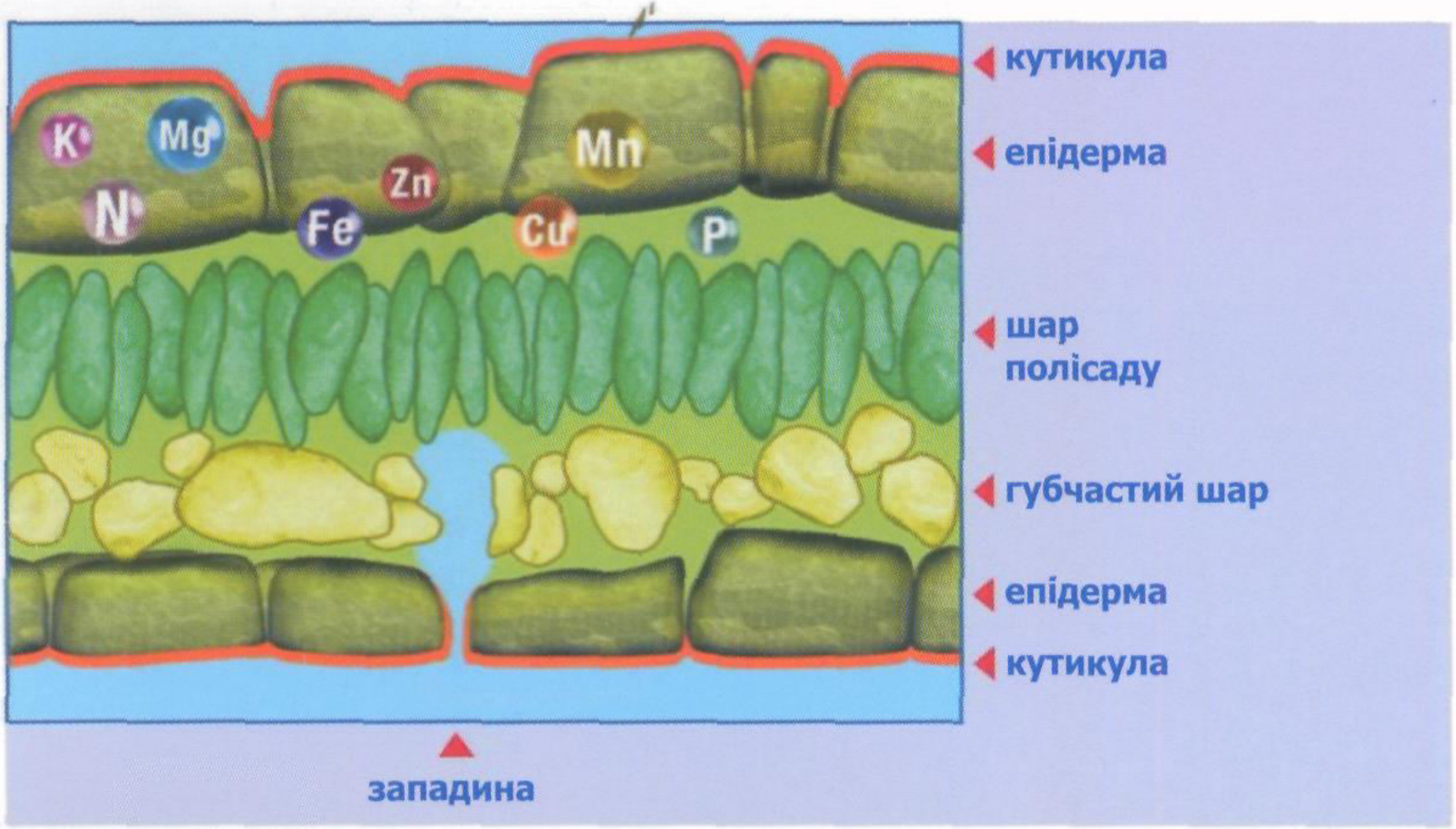
Тверді їх форми відповідно до розчинності: водорозчинними і розчиненими в органічних та мінеральних кислотах.

Фактори впливу на засвоєння мікроелементів рослинами

Мікроелементи	Фактори		Вміст мікроелементів в основних видах мікродобрив, %
	збільшують рухомість	зменшують рухомість	
Цинк	Зростання: концентрації H^+, вмісту органічної речовини	Вапнування, збільшення концентрації OH^-, PO_4^-. Високі дози фосфорних добрив	Сульфат цинку-18-37; хлорид цинку-50; комплексонати цинку-6,5-14; подвійний суперфосфат цинковий-2,0-2,4; оксид цинку-78-80; карбонат цинку-52; складні цинкові добрива-0,2-2,5
Мідь	Зростання концентрації H^+	Вапнування, збільшення концентрації OH^-; PO_4^{-3}, закріплення органічною речовиною, утворення сірчаних сполук, окисно-відновні процеси, високі дози азотних добрив	Колчедані (піритні) огарки-0,3-1,0; мідний купорос
Кобальт	Зростання концентрації H^+, зниження окисно-відновно-го потенціалу	Вапнування, збільшення концентрації OH^-; PO_4^{-3}, утворення CO^{+3} з органічною речовиною	Сульфат кобальту-20,7 або хлорид кобальту-24,3
Молібден	Зростання концентрації OH; PO_4^{-3}, вапнування, внесення фосфатів	Збільшення концентрації H^+; поява в грунті обмінного алюмінію, високі дози азотних добрив	Молібденовокислий амоній (молібдат амонію-25) мо либденізований суперфосфат (простий і подвійний 0,1-0,2; молібденовомісні нітроамофоски-0,05
Бор	Зростання концентрації OH, PO_4^{+3}; вапнування, внесення фосфатів в невеликих дозах	Збільшення концентрації H^+, присутність обмінного алюмінію, високі дози калійних добрив	Борна кислота-17,5; бура-11,3; бормагнієве добриво-до 8; боратовий гранульований суперфосфат-0,2-0,5; бормагнієва сіль-0,9-5,3, Mg-70-75
Марганець	Зростання концентрації H^+, зниження окисно-відновного потенціалу	Вапнування, збільшення концентрації OH^-, PO_4^{+3}	Сірчанокислий марганець-32,5; марганізований суперфосфат-1,4-1,9; марганізована нітрофоска-0,9; марганцеві шлаки-Mn-10-17; Ca+Mg-25-28

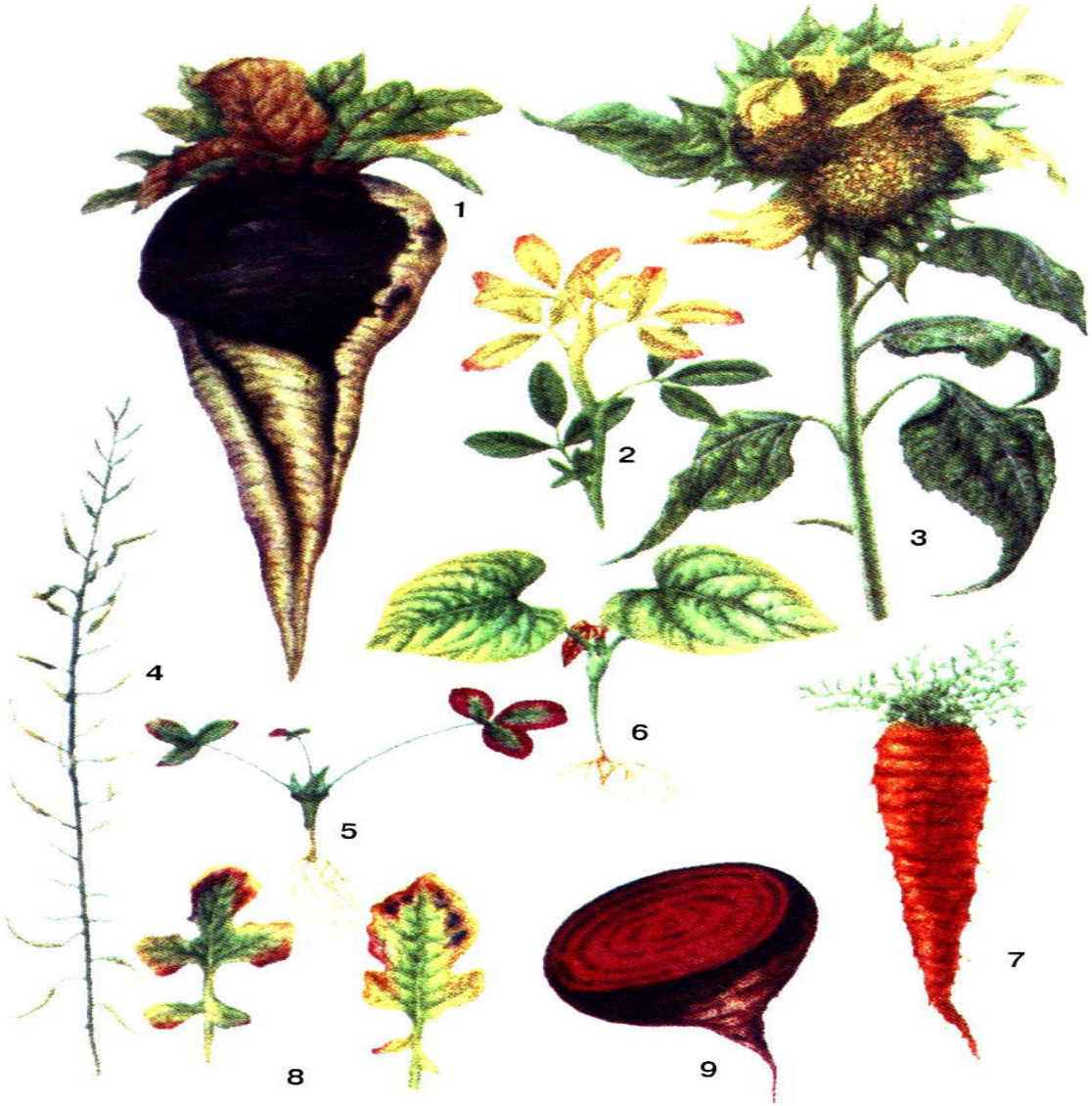
Показники фітотоксичності мікроелементів (*за даними А. Кабата Пендіаса, Х. Пендіаса, 1989*)

Мікроелементи	Фітотоксичність , мг/кг сухої маси		Мікроелементи	Фітотоксичність, мг/кг сухої маси	
	ґрунті	рослині		ґрунті	рослині
Срібло	2	5-10	Молібден	4-10	10-50
Бор	30-100	50-200	Нікель	100	10-100
Кобальт	30-50	15-50	Цинк	250-300	100-400
Мідь	60-125	20-100	Ванадій	50-100	5-10
Марганець	1500-3000	300-500			



Позакореневе підживлення мікроелементами

Біотичний та абіотичний СТРЕС
Zn
N
Fe
Mg
K
P
Zn
Cu
Mn
Без позакореневого підживлення
З позакореневим підживленням



Ознаки нестачі бору в рослинах

Борні добрива **які випускаються промислово містять бор в добре розчинній у воді формі. Вони представлені солями *борної* H_3BO_3, *або тетраборної* ($H_2B_4O_7$) *кислоти*, які використовуються як індивідуальні сполуки, або входять до складу макродобрив.**

Характеристика борвмісних добрив *(за даними Б.Ф. Федюшкіна, 1989)*

Види добрив	Масова частка елемента живлення, %			
	B	N	P_2O_5	K_2O
Суперфосфат гранульований	0,2+0,05	-	20+1	-
подвійний	0,4+0,05	-	42-43	-
Діамофос	0,40+0,05	18	46-47	-
Амофос із: апатиту	0,45+0,05	12+1	52-+1	-
фосфориту	0,40-+0,05	10+1	43+1	-
Нітроамофос	0,3-+0,05	23	30	-
Складнозмішані	0,13+0,03	10-11	10-11	10-11
Нітроамофоска	0,18+0,04	17+1	17+1	17+1
Бормагнієве	2,4-3,5	-	-	-
Борна кислота	17,2	-	-	-

Дози борних добрив при різних способах застосування

Добрива	Вміст бору, %	Культури	Обробка насіння, г/ц			Некорене-ве підживлення, кг/га	Внесення в грунт, кг/га
			обпудрювання		Замочування насіння		
			добриво	тальк			
Борна кислота H_3BO_3	17,5	буряки цукрові, кормові	50	450	1-3 в 2-3 л води	1-3 на 300-400 л води	-
		льон,	25	280	2-5	0,7-1,0	-
		Зернобо бові	20	125	-	-	-
Бура $Na_2B_4O_7$ $10H_2O$	11,3	конюшина і люцерна	300	540	-	-	-
		овочі	500	2000	-	-	-
Бормагнієве добриво	1-2 до 8	буряки цукрові, кормові	-	-	-	-	50-70 врозкид 25-30
		льон	-	-	-	-	25-30 в розкид
Боратів суперфосфат	0,2-0,5	Буряки цук рові, кормо-ві, льон	-	-	-	-	100-120 в рядки при посіві

Борні добрива **які містять бор в розчинній у воді формі і представлені солями борної H_3BO_3, або тетраборної ($H_2B_4O_7$) кислот:**

- *Борна кислота* - дрібнокристалічний порошок білого кольору, Містить 17% бору, який добре розчиняється у воді.

- *Борнодатолітове борошно* **($2CaO \cdot \cdot B_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$) містить 2,1% бору у вигляді борної кислоти яка розчинна у воді. Це - порошок світло-сірого кольору. Його вносять: врозкид перед культивацією (0,5-1,5 кг/га); в рядки при посіві; в підживлення. Доза внесення в рядки і підживлення вдвічі менша.**

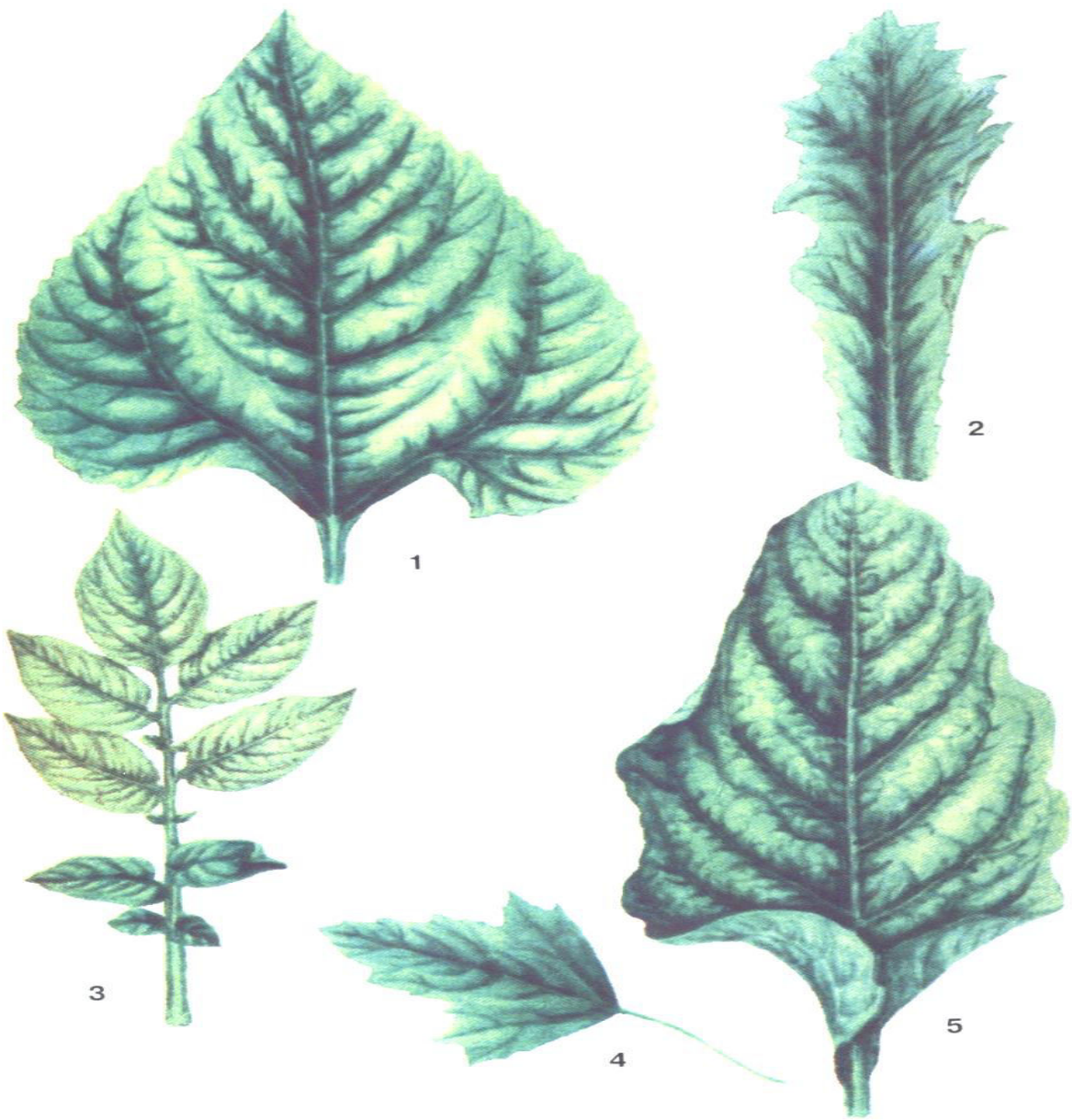
- *Бормагнієва сіль* - відходи промисловості. В її склад входить борна кислота і сульфат магнію. Вміст бору - 0,9-5,3% і 70 -76% сульфату магнію.

- *Осаджений борат магнію* **містить біля 1,5% бору і до 19% магнію. Це білий, або світло-сірий порошок. Доза і способи внесення аналогічні борнодатолітовому борошну.**

Промислово випускаються добрива із вмістом водорозчинного бору: *гранульваний боратовий суперфосфат* - 0,1-0,2% (у вигляді H_3BO_3),18,5-19,3% P_2O_5; *суперфосфат подвійний* - *1,5%* борної кислоти *і 40-42% P_2O_5. соблюбор ДФ* містить 17,5% бору.

Борна кислота **– дрібнокристалічний порошок білого кольору. Містить 17% бору, добре розчинного у воді.**

Ознаки нестачі марганцю в рослинах



Ознаки нестачі марганцю в рослинах

Ознаки нестачі марганцю в рослинах

Марганцеві добрива на ринку України представлені:

- ***Сірчано-кислий марганець*** **- дрібнокристалічна суха безводна сіль із вмістом 32,5% марганцю, добре розчинна у воді;**

- ***Марганізований суперфосфат*** **- гранули світло-сірого кольору із вмістом 1,4-1,9% марганцевого шлаку і 18,7-19,2% P_2O_5. Одержують шляхом додавання при грануляції до порошковидного суперфосфату 10-15% марганцевого шлаку;**

- ***Марганізовна нітрофоска*****, крім азоту, фосфору і калію містить біля 0,9% марганцю, який добре засвоюється рослинами;**

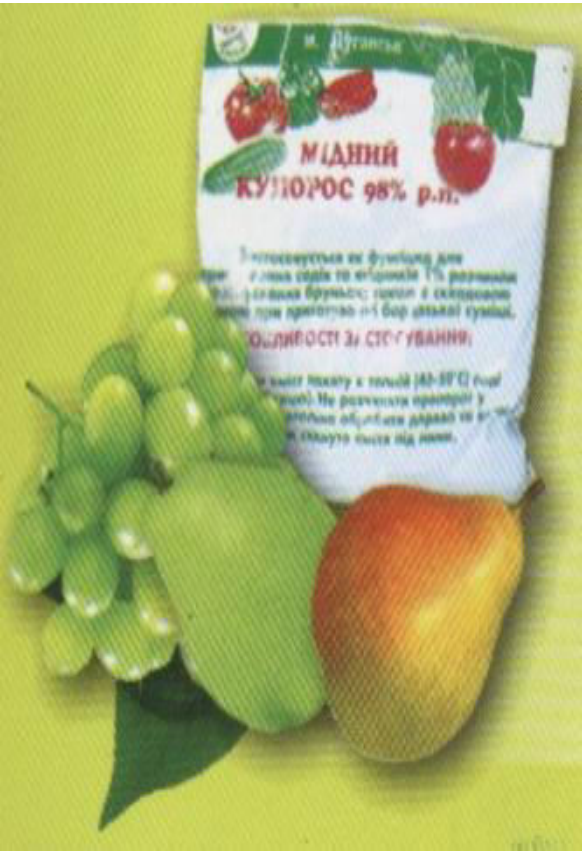
- ***Марганцеві шлаки*** **- відходи марганцевої промисловості із вмістом 10-17% марганцю, біля 20% кальцію і магнію, 25-28% кремнієкислоти, 8-10% полуторних окислів і незначний вміст фосфору.**

Сірчано-кислий марга-нець

– дрібнокристалічна су- ха безводна сіль із вмістом 32,5% марганцю, добре роз-чинна у воді.

Ознаки нестачі міді в рослинах

В якості мідних добрив використовують:



Мідний купорос **(сульфат міді) - дрібнокристалічна сіль голубовато-синього кольору, містить біля 25% міді добре розчинної у воді.**

Використовується для передпосівної обробки насіння (20 г ц/га насіння) і позакореневого під підлення рослин.

Колчеданні (піритні) недогарки **- це відходи сірчанокислотного та паперово-целюлозного виробництва, містять 0,3-1% міді та незначну кількість марганцю, кобальту, цинку. Їх недоліком - присутність миш'яку, свинцю та інших токсичних елементів. Вносять добриво у грунт 5-6 ц/га. При систематичному внесенні піритних недогарків необхідний контроль за можливим забрудненням ними ґрунту, рослин та сільськогосподарської продукції.**

Види добрив, що містять мідь, або підготовлені до виробництва
(за даними Б.Ф. Федюшкіна, 1989)

Види добрив	Масова частка елемента живлення, %			
	N	P_2O_5	K_2O	Cu
Амофос: із апатиту	12+1	52+1	-	0,9-0,1
із фосфориту	10	45	-	0,7+0,1
Суперфосфат: простий	-	19	-	0,4+0,05
подвійний	-	43+1	-	0,8+0,1
Хлорид калію	-	-	51,8	0,7
Сульфат міді	-	-	-	24,2
Піритні недогарки	-	-	-	0,25

Ознаки нестачі молібдену в рослинах

Основні види молібденових добрив:

Молідат амонію **– дрібнокристалічна сіль білого кольору із вмістом біля 50% молібдену який добре розчиняється у воді.**

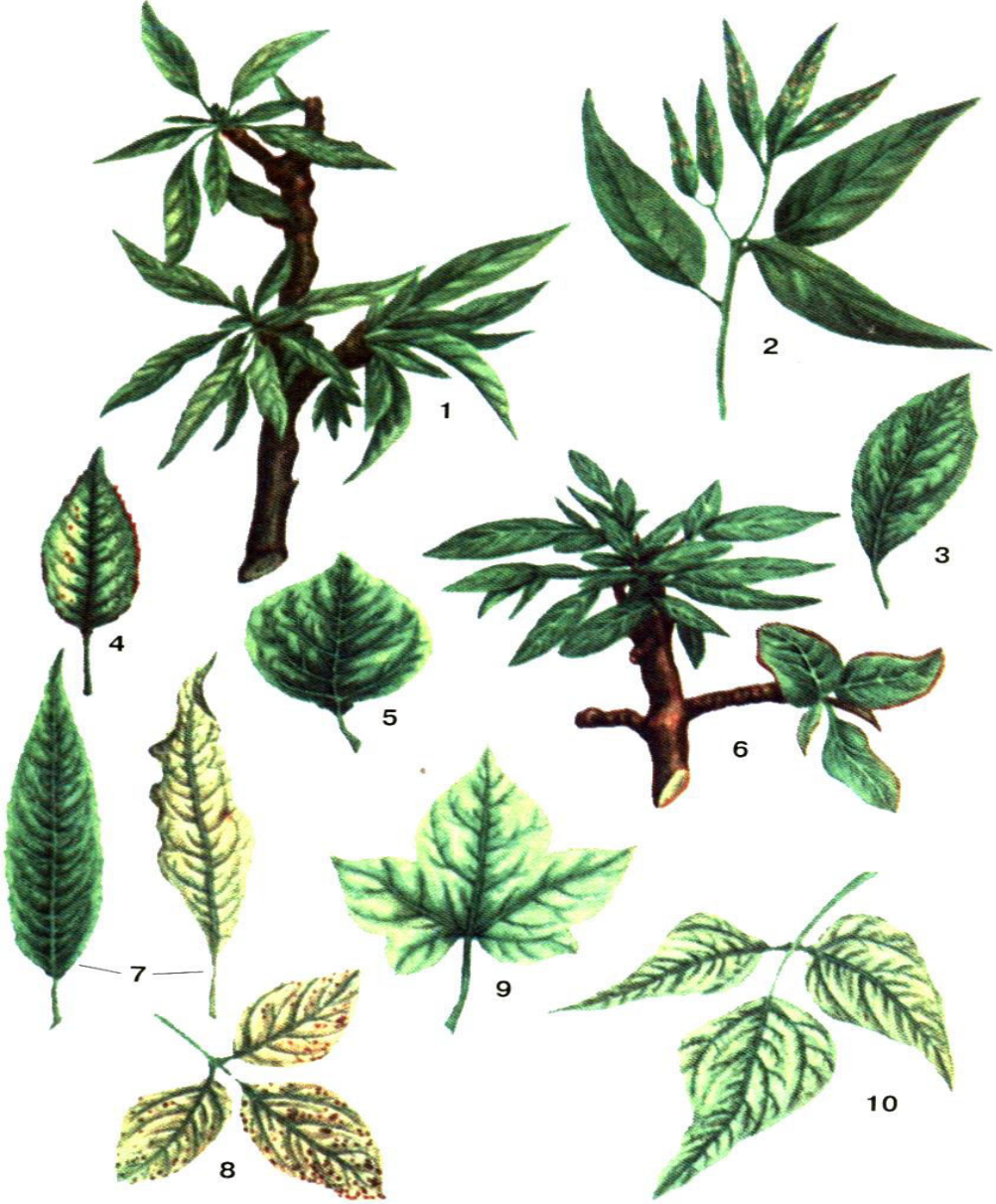
Молібдат амонію – натрію **– сіль із жовтим відтінком. Містить біля 35% молібдену в розчинній у воді формі.**

Молібденізований подвійний гранульований суперфосфат **містить 43 - 45% P_2O_5 та 0,2% молібдену.**

Молібден міститься і ряді промислових відходів (у відходах феросплавів 0,2-0,6%, молібденових збагачувальних фабрик 0,002-0,05%, електроламповихзаводах 5-6% молібдену).

Основні види молібденових добрив *(узагальнені дані)*

Добрива	Формула сполуки молібдену	Маса частки молібдену, %	Країна виробник
Молібдат амонію	$Na_2MoO_4\ 2H_2O$	39-46	США
Молібдат амонію	$(NH_4)2MoO_4$ або $(NH_4)_6MoO_4\ nH_2O$	52	США,СНД
Оксид молібдену	MoO_3	66	США
Суперфосфат гранульований молібденовмісний	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	0,1-0,2	СНД
Нітроамофос молібденовий	-	0,1-0,2	СНД
Нітроамофоска молібденовмісна (17:17:17:0,05)	$(NH_4)_4Mo_7O_{24}$	0,05	СНД



Ознаки нестачі цинку в рослинах

Цинкові добрива:

Сірчанокислий цинк **($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) – білий кристалічний порошок який містить 25% цинку добре розчинного у воді.**

Цинкові полімікродобрива **– шлакові відходи хімічних заво-дів у вигляді тонко розмеленого порошку темно-сірого кольору. Містить в середньому 19,6% окису цинку і 17,4 – силікатного цинку, 21% окису заліза, незначну кількість алюмінію, міді, магнію, молібдену, бору, кальцію, кремнію, сліди інших мікроелементів.**

Шлаки мідьплавильних заводів, **які містять 2 – 7% цинку. На ґрунтах, в яких менше 0,2-0,3 мг/кг рухомого цинку, ефективними є цинкові мікродобрива, а із вмістом 0,35-1,5 мг/кг ґрунту їх рекомендується застосовувати лише для передпосівної обробки насіння цинковими сполуками.**

Основні види добрив, що містять цинк і виробляються за кордоном (*за даними Б.Ф. Федюшкіна, 1989*)

Добриво	Формула сполуки цинку	Масова частка цинку, %	Стан продукту
	Водорозчинні		
Сульфат цинку	$ZnSO_4 \cdot nH_2O$	18-37	Порошок, або гранули
Хлорид цинку	$ZnCl_2$	50	порошок
Комплексонати цинку	Zn-ЕДТА	9-14	порошок
	Zn-ДТПА	6,5-10	порошок
Подвійний суперфосфат цинковмісний	ZnO	2,0-2,4	гранули
	Цитраторозчинні		
Оксид цинку	ZnO	78-80	порошок
Карбонат цинку	$ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$ X n H_2O	52	порошок
Фрити	Скло	28-40	порошок
	Складні		
NPK (17-17-17)	Zn-ЕДТА	0,2	гранули
PK (16-16-16)	ZnO	1,5-2,0	гранули
NP (18-45)	ZnO	2,0-2,5	гранули

Сірчанокислий цинк

($ZnSO_4$. 7H2O) – білий кристалічний порошок який містить 25% цинку добре розчинного у воді.

Дози та способи внесення сульфату цинку (вміст Zn - 22,8%)

Культури	Обробка насіння, г/ц			Позакореневе підживлення, кг/га
	обпудрювання		замочування	
	добриво	тальк		
Буряки кормові, цукрові	80	450	1-3 в 2-3 л води	0,15-0,3 в 300-400 л води
Зернобобові, кукурудза, льон	25-40	170-180	1-3 в 2-3 л води	0,15-0,3 в 300-400 л води
Огірки (1 кг)	12	190	1-3 в 2-3 л води	0,15-0,3 в 300-400 л води
Помідори (1 кг)	15	260	1-3 в 2-3 л води	0,15-0,3 в 300-400 л води

Основними добривами які містять кобальт є:

Сульфат (20,7%) або хлорид (24,3%) **кобальту які використовують головним чином для обробки насіння (0,2-0,3 г розводять в 2 літрах води) і для позакореневого підживлення рослин 0,01% розчином (30-40 г на 300-400 л води). Для удобрення природних кормових угідь і багаторічних трав позакоренево вносять 300-350 г кобальту на гектар.**

Добривами які містять *йод* є флюсові шлаки, що містять 5,5% фтору, йодит калію, суміші йодиту калію і флюсових шлаків. Вони позитивно впливають на ріст і розвиток рослинного організму.

Вміст мікроелементів в окремих видах добрив

Мікродобрива	Вміст мікроелементів, мг/кг					
	Mn	B	Mo	Zn	Cu	Co
Сульфат амонію	0-40	0-6	0,1-0,2	1-500	0,3-10	0-0,1
Фосфоритне борошно	40-1800	3-180	0,1-60	4-1000	1-300	1-10
Суперфосфат простий	10-1000	20-100	2-10	1-600	1-270	1-10
40%-на калійна сіль	0-8	0-10	0-0,5	1-3	0-10	-
Сульфат калію	1-13	3-40	0-0,3	2-8	0-10	0,1
Карбонат кальцію	40-1200	0-10	0,1-15	0-450	2-125	0,21, 2
Складні комплексні добрива	0-50	4-700	1-7	25-360	1-80	0,4
Гній (мг/т)	180-240	30-40	25-32	200-450	25-35	1-1

Застосування мікроелементів у формі солей відносно не дорого, проте має *недоліки*:

- мікроелементи у вигляді солей – малорозчинні, важкодоступні рослинам і ефективні тільки на ґрунтах із слабокислою і кислою реакцією ґрунтового розчину;

- систематичне використання солей може призвести до токсичного ефекту в рос-линах і забрудненню ґрунтів побічними шкідливими речовинами (Na^+,Cl^-); змішу-вання різних солей призводить до їх взаємодії;

- утворення сполук недоступних рослинам

Для виробництва мікроелементів на хелатній основі використовують:

- *ЕДТА* *(етилендіамінтетраоцтова кислота)* - на її основі виробляють хелати, які використовують на ґрунтах з pH менше 8, причому для кожного мікроелемента стійкі сполуки можуть утворюватись тільки при певних значеннях pH. Використовуються західними виробниками, перш за все завдяки відносно низькій ціні.

- *ОЕДФ* *(гідроксилетилідендифосфонова кислота).* За її участю виробля-ють стабільні індивідуальні хелати мікроелементів, а також композиції різного складу і співвідношення.

- *ЕДДНМА* *(етилендіаміні 2-гідрокси-4-метилфенілоцтова кислота).*

Мікроелементи на основі хелатів і використовують при pH від 3,5 до 11. Взаємодіючи з катіонами металів молекул органічних кислот утворюють стійкі сполуки хелатів (від грецького слова «chele» - клешня). Одержані в такий спосіб комплексні сполуки розчинні у воді і повністю засвоюються рослинами. Органічна молекула ніби захвачує метал в "клешню", а мембрана клітини "впізнає" такий комплекс як сполуку наближену біологічним структурам; іон металу засвоюється рослиною, а хелат розкладається на прості сполуки.

На Україні мікродобрива на основі хелатних сполук поставляються в:

- *рідкому стані* – розчини і суспензії з 2-6% вмістом металів;

- *сухі - кристалічні, або порошкоподібні* речовини із вмістом металів 6-15 відсотків.

За *хімічним складом* вони бувають:

- добрива (NPK + мікроелементи), що містять постійну (фіксовану) кількість мікроелементів і різні варіанти NPK;

- препарати, що містять лише мікроелементи: комплексні - які містять композицію мікроелементів у визначених співвідношеннях і використовуються як для некореневого підживлення, так і для передпосівної обробки посівного матеріалу;

- монодобрива – хелатовані з'єднання окремих металів (Fe, Zn, Cu) для усунення перших симптомів хвороб (хлороз), або нестачі даних елементів у ґрунті;

- препарати, що містять крім мікроелементів біологічно активні речовини (стимулятори, ферменти та інші сполуки).

Із добрив групи NPK + мікроелементи на ринку України представлені Кристалонами (9 найменувань), Акварини (16 найменувань), Вуксал, Еколист.

Комплексні повністю розчинні у воді *Акварини* Буйського хімічного заводу:

Вміст елементів живлення в добривах Акварин

Марка	Вміст елементів живлення, %									
	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NH_2$	Всього N	P_2O_5	K_2O	MgO	S	pH	EC
Акварин 1	7,0	-	-	7,0	11,0	30,0	4,0	3,0	4,8	1,2
Акварин 2	6,3	-	7,7	14,0	10,0	28,0	2,5	1,5	4,0	1,0
Акварин 3	3,0	-	-	3,0	11,0	35,0	4,0	9,0	3,4	1,2
Акварин 4	4,5	1.5	-	6,0	12,0	33,0	3,0	7,0	3,4	1,2
Акварин 5	3,9	2,1	12,0	18,0	18,0	18,0	2,0	1,5	4,6	0,8
Акварин 6	11,3	3,7	-	15,0	5,0	30,0	1,7	1,3	5,0	1,3
Акварин 7	7,0	6,0	-	13,0	5,0	25,0	2,0	8,0	4,8	1,4
Акварин 8	11,9	7,1	-	19,0	6,0	20,0	1,5	1,4	4,0	1,3
Акварин 9	6,8	13,2	-	20,0	8,0	8,0	1,5	9,0	3,8	1,5
Акварин 10	7,9	12,1	-	20,0	5,0	10,0	1,5	8,4	3,9	1,5
Акварин 11	10,0	8,0	-	18,0	18,0	18,0	-	-	4,8	1,3
Акварин 12	10,0	2,0	-	12,0	12,0	35,0	1,0	0,7	4,8	1,2
Акварин 13	4,4	8,6	-	13,0	41,0	13,0	-	-	4,2	1,1
Акварин 14	8,0	9,0	-	17,0	6,0	18,0	1,5	7,0	3,9	1,4

Крім Акварину Буйським хімічним заводом поставляються для неко-реневого підживлення вегетуючих рослин комплексні водорозчинні добрива *Растворин*:

Вміст елементів живлення в добривах Растворин

Марки добрив	Вміст елементів живлення, %						
	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	MgO	pH	Мікроелементи
Растворин А	5	5	5	20	5	3,0-4,5	Zn-0,1; Cu-0,1; Mn-0,1; B-0,01; Mo-0,001
Растворин А1	4	4	6	28	3	3,0-4,0	
Растворин Б	9	9	6	18	-	3,0-4,5	
Растворин Б1	8	8	16	16	-	3,0-4,5	

Новалон **- повністю розчинне комплексне добриво із вмістом мікроелементів у формі хелатів по способу ЕДТА для використання в різних системах поливу та позакореневого живлення рослин. Забезпечує: швидкий та рівномірний ріст і розвиток рослин за рахунок високої ефективності засвоювання поживних речовин та низької концентрації солей при фертигації; одержання ранньої та високоякісної продукції за рахунок збалансування поживних речовин і відсутності хлоридів:**

Вміст макро і мікроелементів в добривах Новалон

Марки	Вміст, %											
	N, заг	N-NO_3	N-NH_4	N- NH_2	P_2O_5	K_2O	S	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
19-19-19+2+ME	19	4,4	2,5	12,1	19	19	1,5	2	0,08	0,035	0,015	0,015
13-40-13+ME	13	3,8	7,7	1,9	40	13	-	-	0,08	0,035	0,035	0,015
3-7-37+2ME	3	-	2,8	0,3	7	37	14,9	2	0,08	0,035	0,035	0,015
15+5+30+2+ME	15	10,7	4,3	-	5	30	3	2	0,08	0,035	0,035	0,015

Рідкі комплексні добрива для позакореневого живлення серії *Цеовіт* - універсальні добрива для стимулювання розвитку рослин, зниження стресів від дії агрохімікатів та підвищення природної стійкості до захворювань.

Склад хелатованих мікроелементів з магнієм та сіркою збалансовані під потреби кожної рослини.

Рідкі моно добрива фірми “Цеоліт”

Склад елементів живлення фірми Цеовіт

Назва, призначення добрив	Склад елементів живлення:												
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SOз	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	Co
ЦЕОВІТ МІКРО													
Цеовіт мікро універсал	50				50	40	6	10	6	6	7	0,1	
Цеовіт кальцій+мікро	150			170	30		0,5	1	2,5	0,5	0,5	0,04	
Цеовіт Мд+мікро зернові	50				50	55	3,8	25	2,5	2	8,5	0,2	
Цеовіт Мд+мікро кукурудза	50				50	39	3,8	5	2,5	20	1,3	0,4	
Цеовіт Мд+мікро ріпак, буряк	50				50	37	1,5	15	7	9	1,5	0,2	
ЦЕОВІТ МОНО													
Цеовіт моно цинк										100			
Цеовіт моно мідь											100		
ЦЕОВІТ ГУМАТ													
Цеовіт Помідори			+		+	+	10	5,4	2,4	3,8	1,1	0,3	0,5
Цеовіт Огірки			+		+	+	10	5	1,6	4	2	1	0,1
Цеовіт Завязь Плюс			+		+	+	5	2,7	10,6	1,9	0,55	0,15	0,23

МІКРОДОБРИВА «РОСТОК» :

Виготовлені на основі етилендіамінтетрауксусної кислоти (ЕДТА), найбільш перспективної з біологічної точки зору для створення високоефективних комплексонатів мікродобрив:

- комплексоутворення ЕДТА з іонами кальцію та магнію не призводить до утворення небажаних нерозчинних продуктів;

- мікроелементи, які входять до складу препарату, знаходяться в біологічно активній формі, тому легко та швидко засвоюються;

- збалансовані по мікроелементному складу з врахуванням потреб відповідних сільськогосподарських культур;

- сумісні з більшістю засобів захисту рослин;

- володіють фунгіцидні властивості (містять іони міді та цинку), що дозволяє скоротити норму протруювача при обробці насіння на 30% та підвищити стійкість до захворювань при позакореневому підживленні;

- мають прилипаючі та плівкоутворюючі властивості, за рахунок чого рівномірно покривають листову поверхню і ефективно поглинаються рослинами;

- містять біостимулятори;

- стабільні в розчинах з pH=3,0-8,0;

- нетоксичні для людей та бджіл.

Хімічний склад комплексних мікродобрив “ РОСТОК”

Назва мікродобрива	Вміст активних речовин, гр/л.
Мікродобрива для позакореневого підживлення основних сільськогосподарських культур	
РОСТОК Буряк	N-80, MgO-50, S-10, Fe-2, Mn-8, B-9, Zn-6.5, Cu-2, Mo-0.055
РОСТОК Зерновий	N-80, MgO-53, 3-15, Fe-3.5, Mn-12, B-1.8, Zn-2, Cu-9, Mo-0.05
РОСТОК Олійний	N-80, MgO-35, S-16, Fe-4, Mn-13.2, B-5, Zn-8, Cu-3, Mo-0.15
РОСТОК Кукурудза	N-80, MgO-44, S-10, Fe-4, Mn-4, B-2, Zn-4, Cu-1.5, Mo-0.1
РОСТОК Бобові	N-80, MgO-50, S-13, Fe-6, Mn-8, B-5, Zn-8, Cu-2, Mo-0.3, Co-0.004
РОСТОК Картопля	N-80, MgO-54, S-18, Fe-2, Mn-15, B-5, Zn-14, Cu-1.5, Mo-0.15
Комплексні добрива для компенсації нестачі основних елементів живлення рослин	
РОСТОК Макро	N-60, P_2O_5-120, K_2O-60, MgO-0.2, S-4, Fe-1,4, Mn-0,9,B-0.2, Zn-2,2, Cu-2,5, Mo-0.055
РОСТОК Плодоношення	P_2O_5-100, K_2O-200, MgO-0.1, S-2, Fe-0.5, Mn-2, B-0.7, Zn-0.6, Cu-0.6, Mo-0.05
Мікродобрива для позакореневого підживлення овочевих, винограду та садових рослин	
РОСТОК Огірок	N-40, Pe-10, Мп-5, B-3, 2п-4, Си-2, Mo-1, Co-0.06
РОСТОК Томати	N-40, MgO-0.3, S-12, Fe-10, Mn-5, B-4, Zn-3, Cu-1.5, Mo-0.2, Co-0.01
РОСТОК Садові дерева та кущі	N-70, P_2O_5-30, K_2O-50, MgO-6, S-5, Fe-0.4, Mn-0.1, B-0.5, Zn-0.2, Cu-0.25
РОСТОК Виноград	N-40, P_2O_5-40, K_2O-100, MgO-15, S-13, Fe-0.35, Mn-0.3, B-1, 2п-1, Cu-0.5, Mo-0.05
Мікродобрива із стимуляторами росту для ефективного формування органів плодоношення	
РОСТОК Зав'язь	Na2O-7, S-7, Fe-7, Mn-3, B-12.4, Zn-2.2, Cu-1.5, Mo-0.15, Co-0.25

Італійські добрива компанії Валагро поставляє *Плантафол* ($N_{20}P_{20}K_{20}$+мікро-1 кг/га) в декількох модифікаціях, розроблених для різних умов вирощування і фаз розвитку рослин. Добриво *містить 0,275% мікроелементів, прилипач,* а незначний вміст мікроелементів компенсується здатністю рівномірно розподілятися на рослинах, за рахунок присутності в складі поверхнево активних речовин. Він відноситься до високо хімічно чистих і повністю розчинних добрив розроблених для позакореневого підживлення вегетуючих рослин.

Хімічний склад Плантафолу

Співвідношеня N:P:K	10:54:10	30:10:10	5:15:45	0:25:50	20:20:20
Азоту: всього	10,0	30,0	5,0	-	20,0
нітратного	-	3,0	5,0	-	4,0
аміачного	8,0	3,0	-	-	2,0
амідного	2,0	24,0	-	-	14,0
P_2O_5	54,0	10,0	15,0	25,0	20,0
K_2O	10,0	10,0	45,0	50,0	20,0
SO_3	-	3,5	12,0	-	-
B	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Fe (ЄДТА)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mn (ЄДТА)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Zn (ЄДТА)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Брексіл **компанії «Агросол» (екологічно безпечні хелати у вигляді водорозчинних гранул) на основі нового для України хелата ЛПКК (лігнінполікарбоксилова кислота) яка випускається компанією «Валагро».**

Вміст мікроелементів в препараті Брексіл

Види добрив	Мікроелементи, %								
	Fe	Mg	Mn	Zn	Mo	Cu	B	S	Ca
Брексіл Fe	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Брексіл Mg	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Брексіл Mn	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Брексіл Zn	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Брексіл Ca	-	-	-	-	-	-	0,5	-	15
Брексіл Мікс	0,6	3,6	0,7	5	1	0,8	1,2	-	-
Брексіл Комбі	6,8	-	2,6	1,1	0,2	0,6	0,9	-	-
Брексіл Топ	-	0,9	5	6	0,5	-	2	10	-

Добрива серії *Вуксал* (Німеччина) - це водна суспензія макро і мікроелементів в хелатній формі для позакореневого живлення рослин. Вони стійкі до змивання, захищені від випаровування, швидко та рівномірно проникають в рослину, мають ефект реактивації.

Основні формуляції Вуксалу які представлені на ринку України: Вуксал Комбі Б (N-30, K_2O-22,5, MgO-3, B-1,5, CuO-0,075, Fe-0,15, Mn-0,075, Mo-0,015, Zn-0,075); Вуксал Мікоплант (N-7,5, K_2O-15, MgO-4,5, S-7,8, B-0,45, Cu-0,75, Fe-1,5, Mn-0,01, Mo-0,015, Zn-1,5); Вуксал Кальцій (N-16, CaO-24, MgO-3, B-0,08, Cu-0,064, Fe-0,08, Mn-0,16, Mo0-0,0016, Zn-0,032); Вуксал Комбі Fe (N-16, K2O-32, MgO-3, B-0,03, Cu-0,08, Fe-1,6, Mn-0,08, Mo-0,0016, Zn-0,087).

При позакореневому підживленні у фазі кущіння - виходу в трубку 0,5-1,0 л/га, на гектар мікроелементів вноситься в 7 разів більше, ніж при використанні кристалону, але в 4 рази менше, ніж при застосуванні комплексних мікродобрив, що містять тільки мікроелементи.

Препарати фірми Екоплон АТ Польща *Еколист* - рідкі концентрати, що містять елементи живлення рослин, володіють захисною дією від хвороб та шкідників, підвищуючи якість врожаю.

Склад: легкозасвоювані мікроелементи, хелатизовані сполуками ЕДТА і комплексні органічні кислоти, що забезпечує швидке засвоєння їх клітинами рослин.

Доза внесення по вегетуючих рослинах (зернові, коренеплоди, ріпак, кукурудза, соя-2-5 л/га; плодові культури-5-10 л/га.

Крім добрив з макро і мікроелементами поставляються рідкі добрива із вмістом лише мікроелементів. Вносять їх шляхом позакореневого підживлення кукурудзи на фоні N90P90K120 в дозі 9 л/га в поєднанні із сечовиною (6 л/100 л розчину) у фазі 5-6 листків; Еколист Стандарт (4 л/га) + Еколист моно бор, або моно цинк (1 л/га) через 10 днів після попереднього обприскування.

Під озимий і ярий ріпаки рекомендується вносити добрива Еколист позакоренево після відновлення весняної вегетації та через 10 днів після першого обприскування і у фазі зеленого бутона. Доза витрати, в залежності від марки, 4,5-10,0 л/га із одночасним внесенням 15-18 кг/га сечовини.

Вміст макро і мікроелементів в рідкому добриві Еколист

Марки Еколисту	N	P_2O_5	K_2O	Mg	Ca	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Стандарт	9,8	-	6,4	2,7	-	+	0,41	0,41	0,08	0,04	0,0016	0,24
Зернові	10,5	-	5,1	2,5	-	+	0,38	0,45	0,07	0,05	0,0016	0,19
Ріпак	11	-	5,1	2,3	-	+	0,45	0,40	0,09	0,04	0,0018	0,20
Картопля	10,5	-	5,1	2,5	-	+	0,40	0,38	0,10	0,05	0,0016	0,27
Сад	+	-	-	4,6	-	+	0,72	0,32	0,80	0,48	0,004	0,80
Полуниця	10,2	-	5,1	2,3	-	+	0,32	0,30	0,09	0,06	0,002	0,26
МАКРО 35+Mg	26	-	-	3,5	-	+	0,02	0,20	0,02	1,00	0,005	0,01
МАКРО 12-4-7	12	4	7	+	-	+	0,02	0,01	0,02	0,01	0,005	0,005
МАКРО 6-12-7	6	12	7	+	-	+	0,01	0,01	0,02	0,01	0,005	0,05
РК-1	-	9	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кальцієвий	8	-	-	2,5	13,9	+	0,02	0,03	0,02	0,01	0,001	0,03

«Нутріванта Плюс™ зерновий» відповідає фізіології мінерального живлення сортів пшениці озимої інтенсивного типу, тому що окрім макро- й мезоелементів містить збалансований агрохімічно перевірений вміст мікроелементів B, Mn, Zn, Cu, Fe, Mo у легкодоступних для культури сполуках. Виготовлений на основі повністю водорозчинного монокалійфосфату (KH_2PO_4) а ліганда (хелатуючого агента) - лимонної кислоти, які добре засвоюються пшеницею озимою. Його можна змішувати із засобами захисту рослин, стимуляторами, мінеральними добривами в одному робочому розчині (за винят-ком препаратів, що містять залізо або алюміній).

Програма використання передбачає перше позакореневе підживлення проводити у фазі весняного кущіння дозою 3 кг/га, для стимулювання закладання продуктивних пагонів із більшою кількістю зерен, друге - на початку колосіння - 2 кг/га, для стимулювання закладки більшої кількості зерен у колосі (окрім того, це підживлення поліпшує на 10–15% використання сполук мінерального азоту кореневою системою), та третє - на початку наливу зерна - 1–2 кг/га, для продовження продуктивної роботи прапорцевого листка, подовження фази наливу зерна за рахунок відтоку асимілянтів із листків до зернівки та формування виповненого і якісного зерна. З метою підвищення його впливу на пшеницю озиму рекомендується його комбінувати в одному робочому розчині з «Амінокатом 30» та карбамідом. Рекомендована схема позакореневих підживлень забезпечує фізіологічні потреби пшениці озимої у мікроелементах на 20–30%, гарантує отримання приросту врожайності 8–12 ц/га та зерна, яке відповідає за показниками якості не нижче 3-го класу.

«Нутрівант Плюс™ плодовий» **відповідає фізіології мінерального живлення плодових та плодово-ягідних культур: яблуні, груші, сливі, абрикосі, персикам, вишні, черешні, смородині, порічкам, аґрусу, айві, кизилу, хеномелісу (японська айва), чорноплідній горобині, обліписі, малині.**

Його хімічний склад: 12% азоту (N) + 5% фосфору (P2O5) + 27% калію (K2O) + 8% кальцію (CaO) + 0,1% бору (B) + 0,1% марганцю (Mn) + 0,1% цинку (Zn) + 0,1% заліза (Fe)+Фертівант, не містить хлору.

Присутність Фертіванту (прилипача) забезпечує пролонговану дію та синхронний ефект протягом 15-20 днів, не змивається опадами та характеризується підвищеним коефіцієнтом засвоєння сполук фосфору (20-25%) через листкову поверхню. Фізико-хімічні властивості «Нутріванта Плюс™ плодовий» дозволяють готувати його робочий розчин у воді із високою твердістю.

Рекомендована норма застосування «Нутріванта Плюс™ плодовий» на плодово-ягідних культурах становить 6-8 кг/га, а при низькій забезпеченості ґрунту рухомими формами мікроелементів - 10-12 кг/га. Об'єм робочого розчину не менше 250-500 л/га.

Позакореневе підживлення «Нутрівантом Плюс™ плодовий» забезпечує:

- підвищення на 10-15% врожайності, поліпшення показників якості товарної продукції культур;

- поліпшення використання біогенних елементів кореневою системою рослин із добрив і ґрунту на 5-10%;

- стимулювання біохімічних процесів, поліпшення процесів обміну, запліднення та стійкості плодових культур до хвороб;

- усунення стресів, викликаних обробками засобами захисту рослин;

- гарантовану високу окупність 10-15 грн./грн. витрат.

«Нутрівант Дріп™» **– повністю водорозчинне добриво, яке спеціально виготовлене для систем краплинного поливу та малооб'ємної гідропоніки з метою забезпечення**
овочевих, плодових, декоративних культур, винограду, картоплі, квітів якісною мінеральною поживою.

Містить оптимальне співвідношення елементів мінерального живлення, що забезпечує потреби культур у різні фази їх росту і розвитку.

Особливості «Нутрівантів Дріп™»: повністю водорозчинні, високо концентровані добрива, виготовлені з високоякісних складових, що відповідають міжнародним стандартам щодо якості та високої екологічності; мають високу кислотність (pH 2 3,5% водного розчину), забезпечують очищення крапельниць та поливних систем від вапнякових і мікробіологічних відкладів; унікальні – в одній марці комбінуються сполуки фосфору та кальцій або магній, що спрощує застосування добрив та йде у протиріччя з класичною агрохімією; добре зарекомендували себе на карбонатних ґрунтах та при приготуванні робочих розчинів із твердою поливною водою, яка не зовсім відповідає агрохімічним вимогам; забезпечують високу врожайність та якість товарної продукції.

Результати наукових досліджень засвідчують, що позакореневі підживлення «Нутрівантами Плюс™» дозволяють підкорегувати мінеральну поживу, якої бракує в організмі культур, активізувати процеси обміну, фотосинтезу, поліпшити кореневе живлення та виноси головних біогенів (N, P, K) із добрив (на 10–14% підвищити використання основних елементів мінерального живлення), отримати високу врожайність з поліпшеною якістю товарної продукції культур та, що найголовніше, підвищити окупність внесених NPK із мінеральними добривами.

Технологічна схема застосування «Нутріванта Плюс™ плодовий» у плодовому яблуневому саду

Добриво-антистресант *«Амінокат 30»* із моментальним стимулюючим ефектом. До його складу входять легкодоступні рослинам елементи мінерального живлення, амінокислоти та органічні речовини, які екстраговані з рослин.

З метою усунення негативного впливу стресів у рослин пшениці озимої рекомендується заздалегідь застосовувати «Амінокат 30» у 0,2–0,3%-й концентрації (200-300 мл/100 л води робочого розчину на гектар), або після ознак його прояву.

Амінокислоти «Амінокаата 30» швидко засвоюються (0,5–2 години) рослиною та беруть участь у синтезі білків, виконуючи важливі функції: поліпшують процеси фотосинтезу, активізують синтез фітогормону ауксину, позитивно впливають на фертильність пилку і довжину пилкових трубок, підтримують водний баланс та заощаджують енергію культур на синтез амінокислот.

Комбіноване застосування «Амінокаата 30» із засобами захисту зменшується фітотоксична дія пестицидів.

Склад та фізико хімічні властивості *«Амінокату 30».* Вміст, % до об'єму: вільні амінокислоти 30,0; органічної речовини 18,0; азоу: загального (N) 3,0; протеїнового 1,8; амідного 1,4%; фосфору загального (P_2O_5) 1,0; калію загального (K_2O) 1,0; pH - 7,0–7,5; питома щільність - 1,25 кг/л

«Мікрокати» **– спеціальні марки добрив для некореневого підживлення, голов-ним завданням яких є найшвидше коригування та упередження дефіциту мікроелементів у культур. До складу «Мікрокатів» входять вільні амінокислоти, органічні кислоти, поліцукри та елементи мінерального живлення, що забезпечує їх високу ефекти-вність у порівнянні з конкурентними коректорами дефіциту мікроелементів у рослин. У мінеральному живленні культур вони виступають і як антистресанти стимулюючи ріст і розвиток меристемних тканин, кущіння та виступає як антистрес у культурних рослин.**

Рекомендується застосовувати на польових, овочевих, плодових та декоративних культурах при позакореневому підживлення рекомендована концентрацією робочого розчину – 0,2 - 0,3% (200-300 мл на 100 л води), а за краплинного поливу – 26 л/га.

«Мікрокат зерновий Старт» **- спеціальна композиція елементів мінерального живлення зі стартовим ефектом, амінокислот, поліцукрів, яка застосовується на початкових фазах росту та розвитку пшениці озимої, ячменю, жита, кукурудзи, тритікале, вівса, рису, забезпечує поліпшений ріст і розвиток кореневої системи, стимулює процеси кущіння і закладання репродуктивних органів на початкових фазах органогенезу зернових культур.**

Рекомендується для проведення некореневих підживлень у фазі весняного кущіння - 1 - 2 л/га, проте не пізніше виходу пшениці озимої у трубку.

Забезпечує - активізацію росту та розвитку вегетативних органів, процесів продуктивного кущіння та антистресовий вплив, покращується якість товарного врожаю.

«*Мікрокат зерновий Фініш*» - спеціальне позакореневе добриво, яке застосовується на початку фази колосіння до молочної стиглості зерна пшениці озимої у дозі 1–2 л/га. Його використання поліпшує налив та натуру зерна за рахунок подовження терміну функціонування листкового апарату, підвищення активності асиміляційних процесів. За рахунок активізації процесів обміну, які забезпечує «Мікрокат зерновий Фініш», поліпшуються показники якості зерна пшениці озимої: вміст білка, «сирої» клейковини, маса 1000 зерен тощо.

«*Мікрокат олійний*» - застосовується на олійних культурах: соняшниках, ріпаку озимому та ярому, маку олійному, льоні олійному, сої, рицині, рижію, гірчиці, суріпиці, кунжуті, сафлорі, овочевих культурах: цибулі капусті, часнику та ефіроолійних культурах: коріандр, шавлія, м'ята. Застосування «Мікроката олійного» гарантує отримання високої продуктивності культур (підвищення врожайності на 15-20%, олійності) та його високої окупності.

Підживлення на середньому та високому мінеральних фонах

Фон - $N_{90-160}P_{60-90}K_{60-90}$

Пшениця, ячмінь, тритикале озимі

Підвищення врожайності на 8-10 ц/га, вмісту білка на 1,5-3% та клейковини на 2-6%

Підживлення на низькому та середньому мінеральних фонах

Фон - $N_{90-120}P_{70-90}K_{120-150}$ (без поливу)

Картопля

Підвищення врожайності на 10-15%, поліпшення показників якості бульб

Добрива *«Сікоферт»* містять 90% водорозчинних сполук фосфору, що дозволяє їх застосовувати при посіві, перед посівом локально у ґрунт або за прикореневого підживлення стрічковим способом. Майже всі марки добрив «Сікоферт» містять понад 70% азоту у амонійній (NNH4) формі, що зменшує його втрати внаслідок вимивання опадами у нижні шари ґрунту. Вони мають відмінну грануляцію – 90% гранул розміром 24 міліметра.

Головними перевагами добрив марки «Сікоферт» є: повна відповідність вимогам міжнародних стандартів щодо якості та високої екологічності; хімічний склад та співвідношення між N:P:K:Mg:S:Na і мікроелеметами повністю відповідає фізіології мінерального живлення культурних рослин; висока позиційна доступність елементів мінерального живлення та легкодоступні культурам їх сполуки; всі елементи мінерального живлення - в одній гранулі; висока концентрація поживної речовини, менший вміст баластних токсичних культурам сполук, що дозволяє застосовувати їх в умовах недостатнього зволоження та в екологічно безпечних технологіях вирощування культур; забезпечують отримання високої агрохімічної ефективності, підвищення врожайності культур та її якості; гарантують отримання високої економічної ефективності при застосуванні; забезпечують збереження родючості ґрунту.

Марка «Сікоферта» 12620+3MgO+8S+3Na_2O+0,1B **містить 3% натрію (Na_2O).**

Марка «Сікоферта» 14717+2MgO+11S+0,02B+0,06Mn+0,01Zn **має унікальну систему «Сіко Екотек», яка є інгібітором нітрифікації та забезпечує пролонговане споживання сполук азоту. За рахунок інгібітора нітрифікації диметилпірозолфосфату (DMPP) стримуються процеси окислення амонійного азоту (NH_4) до нітратного (NO_3), підвищується на 15-20% коефіцієнт використання сполук азоту культурами, зменшуються його втрати (вимивання у нижні шари ґрунту з опадами, та зменшується заб-**

«Пекасид» **- кисле фосфорно-калійне добриво до складу якого входять монокалійфосфат та тверда фосфорна кислота. Добре розчиняється у воді, за температури 20°С, має низьку кислотність – pH 2,2 (1% водного розчину). Вміст фосфору - 60% (P_2O_5), калію – 20% (K_2O). Не містить хлору, натрію та інших баластних домішок, що свідчить про його високу екологічність.**

«Пекасид» добре підкислює воду – 17,5 кг в 1000 л маточного розчину нейтралізує 0,75 ммоль бікарбонату. Застосування «Пекасиду» на карбонатних ґрунтах півдня підвищує вміст доступних культурам сполук фосфору та мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu тощо). Це єдине добриво, яке можна змішувати в одному маточному баку з кальцієвою селітрою, при цьому не утворюється осад. Його застосування дозволяє замінити фосфорну кислоту та монокалійфосфат. Він добре комбінується в одному робочому розчині з карбамідом, сульфатом амонію, нітратом калію, кальцію, магнію та сульфатом магнію.

Науково-виробнича компанія «Квадрат» пропонує широкий спектр препаратів для передпосівної обробки насіння та некореневого підживлення рослин, а також добрива направленої дії *«Квантум»*, які володіють фунгіцидними властивостями містять доступні форми мікроелементів та стимуляторів росту рослин.

Препарат формує природну стійку реакцію рослини проти патогенів і стимулює захисний механізм та імунну відповідь проти фітофторозу, мілді, фузаріозу, ризоктоніозу та інших хвороб.

Спеціальна формуляція фосфору та калію з додаванням органічних кислот дозволяє рослинам ефективно використовувати поживні речовини, стимулює розвиток кореневої системи та поглинання елементів живлення з ґрунту.

Хімічний склад і особливості застосування мікродобрив *Квантум*

Назва та склад продукту, %
Квантум-Зернові: N-0%, P_2O_5-6%, K_2O-9%, SO_3-3%, B-0.5%, Zn-1.6%, Cu-1.6%, Mn-0.7%, Mo-0.015%, N(-0.01%, Co-0.003%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Олійні: N-0%, P_2O_5-6%, K_2O-9%, SO_3-3%, B-0.6%, Zn-1.2%, Cu-1.2%, Mn-1.2%, Mo-0.015%, N1-0.01%, Co-0.003%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Бобові: N-0%, P_2O_5-5%, K_2O-7%, SO_3-1.2%, Fe-1.0%, Zn-0.8%, Cu-0.8%, Mn-0.8%, B-0.4%, Mo-0.3%, Ni-0.01%, Co-0.1%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Кукурудза: N-0%, P_2O_5-7%, K_2O-9%, SO_3-2.5%, Zn-2.5%, Cu-1.2%, Mn-0.6%, B-0.5%, Mo-0.012%, Ni-0.01%, Co-0.003%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Бурякове: N-0%, P_2O_5-6%, K_2O-9%, SO_3-3%, B-0.6%, Zn-1.2%, Cu-1.2%, Mn-1.2%, Mo-0.3%, Ni-0.01%, Co-0.1%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Овочеві: N-0%, P_2O_5-5%, K_2O-7%, SO_3-1.2%, Fe-1.0%, Zn-0.8%, Cu-0.8%, Mn-0.8%, B-0.4%, Mo-0.01%, Ni-0.01 %,Co-0.002%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Плодово-ягідні: N-0%, P_2O_5-5%, K_2O-7%, SO_3-1.2%, Fe-1.2%, Zn-0.7%, Cu-0.7%, Mn-0.7%, B-0.4%, Mo-0.01%, Ni-0.01 %,Co-0.002%, гумінові речовини, амінокислоти
Квантум-Декоративі: N-0%, P_2O_5-5%, K_2O-7%, SO_3-1.2%, Fe-1.6%, Zn-0.6%, Cu-0.6%, Mn-0.6%, B-0.3%, Mo-0.01%, N-0.01%,Co-0.002%, I гумінові речовини, амінокислоти

Комплексні - направленої специфічної дії

Квантум - КОРНЕВИН (макро- та мікроелементи, гіперауксин)	**Добриво-укорінювач, що стимулює ріст та розвиток кореневої системи.**
Квантум - СТОП НІТРАТ (денітратор, хелати мікроелементів, гумінові речовини, амінокислоти)	**Перетворювач нітратів (NO_3-). Високоефективний препарат для зниження рівня нітратів у плодах та максимального засвоєння рослинами азоту.Активує ферменти азотного обміну, що каталізують віднов-лення та асиміляцію нітратів у рослинах. Містить весь ком-плекс мікроелементів.**
Квантум - ФІТОФОС (СТОП-ФІТОФ-ТОРА) (спеціальна формуляція пожив-них елементів - фосфору та калію)	**Добриво з фунгіцидними властивостями. Має висо-ку ефективність проти багатьох хвороб. Особливо ефек-тивне qjuj профілактичне застосування.**
Квантум - АКВАСИЛ (кремній-калійний концентрат)	**Добриво сприяє зниженню втрат вологи та кращо-му охолодженню рослин в умовах посухи та спеки. Міс-тить спеціальну формуляцію кремнію, калію і гумінових речовин для кращого поглинання.**
Квантум - К36 (органічний калій) -36% калію в легкодоступній органічній формі	**Концентроване калійне добриво, з високим вмістом органічної форми калію - до 5 разів краще погли-нання листям порівняно з іншими формами.**

МоноЕлементні мікродобрива	
Квантум - ХЕЛАТ ЗАЛІЗА (Fe-3.2%, P_2O_5-3.2%, K_2O-3.2%)	**Застосовується для про філактики та боротьби з хлорозом та для корекції мікроелементного живлення рослин.**
Квантум - ХЕЛАТ ЦИНКУ (Zn-6,5%, P_2O_5-10%, K_2O-10%)	**Застосовується для корекції мікроелементного живлення рослин, особливо для культур, чутливих до дефіциту цинку.**
Квантум - ХЕЛАТ МІДІ (Cu-4,0%, P_2O_5-7%, K_2O-9%)	**Концентрований хелат міді. Застосовується для корекції мікроелементного живлення рослин, особливо культур, чутливих до дефіциту міді.**
Квантум - ХЕЛАТ ЗАЛІЗА (Fe-3.2%, P_2O_5-3.2%, K_2O-3.2%)	**Застосовується для профілактики та боротьби з хлорозом на різних культурах та для корекції мікроелементного живлення рослин.**
Квантум - ХЕЛАТ ЦИНКУ (Zn-6,5%, P_2O_5-10%, K_2O-10%)	**Застосовується для корекції мікроелементного живлення рослин, особливо для культур, чутливих до дефіциту цинку.**
Квантум - ХЕЛАТ МІДІ (Cu-4,0%, P_2O_5-7%, K_2O-9%)	**Застосовується для корекції мікроелементного живлення рослин, особливо для культур, чутливих до дефіциту міді.**

Добрива спрямованої дії виробництва Іспанської компанії«Атлантік Агрікола»

«Флороне» **– рідке добриво, яке добре збалансоване за елементами мінерального живлення, містить амінокислоти, фітогормони, активізує процеси цвітіння, запліднення плодів, прискорює дозрівання плодів та виступає ретардантом, зменшуючи при цьому ріст культур у довжину.**

При застосуванні «Флороне» на томатах, перцях, огірках, динях, кавунах, винограді, плодових культурах рекомендується достатнє забезпечення фосфором та бором, проте азотне живлення має бути стриманим. За некореневого підживлення добриво застосовується через 15 - 20 днів після висадки розсади та через кожні 7 - 15 днів в дозі 50 мл на 100 л води, за кореневого підживлення - через 15 днів після посадки розсади у дозі 2 л/га.

Фізіологічний вплив «Флороне» на томатах відбувається за схемою: призупинення вегетативного росту стимуляція поділу клітин генеративних органів ініціалізація одночасного і дружного цвітіння прискорення достигання товарного врожаю.

«Флороне» проявляє себе як: ретардант ростових процесів: затримує вегетативний ріст, скорочує довжину міжвузлів та дає змогу закласти більшу кількість квіток у китиці, а відповідно, й плодів та поліпшити їх товарний вигляд.

«*Разормін*» – рідке добриво, яке містить добре збалансований склад елементів мінерального живлення, амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фолієву кислоту та проявляє високу фізіологічну активність щодо росту, розвитку кореневої системи, вегетативних органів та поліпшення плодоношення.

За позакореневого підживлення застосовується через 2 - 3 дні після появи сходів з послідуючою обробкою кожного тижня в дозі 100 мл на 100 літрів води.

За кореневого живлення в системах краплинного поливу застосовується 12 л/га раз на тиждень впродовж місяця.

«Амінокат 30» **– рідке добриво антистресант, яке дозволяє культурам швидко відновлюватись після стресів, спричинених холодом, спекою, механічними пошкодженнями, пестицидними навантаженнями. Має найбільший в Україні вміст легкодоступних культурам амінокислот ряду, отриманих шляхом гідролізу білків морських водоростей. «Амінокат 30» впродовж 0,51 години проникає в рослину, проявляє високу фізіологічну активність та забезпечує продукування білків за різного роду стресів.**

На зернових культурах застосовується від 1 до 5 разів, на овочевих – 56 разів, на плодових – 34 рази. За позакореневого підживлення добриво застосовується в дозі 300 мл на 100 л води, а за кореневого живлення у системах краплинного поливу – у дозі 3-5 л/га.

Райкати **- унікальні добрива з рістстимулюючим ефектом. Це - спеціальні добрива, які стимулюють ріст і розвиток кореневої системи, вегетативних органів, дозрівання плодів, поліпшують їх товарний вигляд, виступають як антистреси та забезпечують високу продуктивність культур.**

Склад: збалансоване співвідношення біогенів, вільні амінокислоти, полісахариди, рістстимулюючі речовини цитокініни, комплекс вітамінів, екстракт морських водоростей. Застосовують добрива позакоренево і в системах крапельного поливання (фертигація) відкритого та закритого грунту.

«Райкат Старт» **– добриво зі стимулюючим ефектом, що поліпшує ріст і розвиток кореневої системи на перших фазах органогенезу. За даними окремих публікацій можливе проведення передпосівного обробітку насіння, що поліпшує польову схожість, енергію проростання насіння зернових культур та формування більшого об'єму їх кореневої системи.**

Райкат Ріст» **– добриво - стимулятор росту та розвитку вегетативних органів культурних рослин. Застосовується від початку вегетативного росту до початку формування репродуктивних органів овочевих, плодових, ягідних, декоративних культур.**

Стимулює ріст і розвиток меристемних тканин (твірних), кущіння та виступає як антистрес у культурних рослин.

«Райкат Фінал» **– поліпшує процеси плодоношення, синтез білків, цукрів (глюкози, фруктози і сахарози), вітамінів, товарний вигляд врожаю, прискорює дозрівання плодів.**

Застосовується на початку формування плодів та за 1015 днів до збору врожаю. За позакореневого підживлення «Райкати» застосовуються у 0,05 - 0,3% концентрації, у системах краплинного поливу – у нормі 13 л/га, у системах гідропоніки – 12 л/га.

“Райкат “Укорінення” **– добриво зі стимулюючим ефектом, що поліпшує ріст і розвиток кореневої системи на перших фазах органогенезу культур. Їх використання ефективне при передпосівній обробці насіння. Завдяки цьому поліпшуються польова схожість, енергія проростання насіння зернових культур, формується коренева система більшого об'єму.**

“Райкат “Дозрівання” **- поліпшує процеси плодоношення, синтез білків, цукрів, вітамінів, товарний вигляд урожаю, прискорює дозрівання плодів. Застосовують на початку формування плодів та за 10 - 15 днів до збирання врожаю. Для позакореневого підживлення райкати застосовують у 0,05–0,3 відсотковій концентрації в системах крапельного поливання в нормі 1 - 3 л/га, у системах гідропоніки – 1 - 2 л/га.**

«Райкат Ріст» – добриво - стимулятор росту та розвитку вегетативних органів культурних рослин. Застосовується від початку вегетативного росту до початку формування репродуктивних органів овочевих, плодових, ягідних, декоративних культур.

Стимулює ріст і розвиток меристемних тканин (твірних), кущіння та виступає як антистрес у культурних рослин.

«Райкат Фінал» – поліпшує процеси плодоношення, синтез білків, цукрів (глюкози, фруктози і сахарози), вітамінів, товарний вигляд врожаю, прискорює дозрівання плодів.

Застосовується на початку формування плодів та за 1015 днів до збору врожаю.

За позакореневого підживлення «Райкати» застосовуються у 0,05 - 0,3% концентрації, у системах краплинного поливу – у нормі 13 л/га, у системах гідропоніки – 12 л/га.

«Мікрокати» **– спеціальні марки добрив для некореневого підживлення, голов-ним завданням яких є найшвидше коригування та упередження дефіциту мікроелементів у культур. До складу «Мікрокатів» входять вільні амінокислоти, органічні кислоти, полі-цукри та елементи мінерального живлення, що забез-печує їх високу ефекти-вність у порівнянні з конкурентними коректорами дефіциту мікроелементів у рослин. У мінеральному живленні культур вони виступають і як антистресанти стимулюючи ріст і розвиток меристемних тканин, кущіння та виступає як антистрес у культурних рослин.**

Рекомендується застосовувати на польових, овочевих, плодових та декоративних культурах при позакореневому підживлення рекомендована концентрацією робочого розчину – 0,2 - 0,3% (200-300 мл на 100 л води), а за краплинного поливу – 26 л/га.

“Амінокат 30”- **добриво з моментальним стимулюючим ефектом. Застосовують позакоренево та в системах крапельного поливу для поліпшення стійкості куль-тур до стресів (різких коливань температури повітря, посухи, спеки, надмірного пестицидного навантаження, яке може спричинити фітотоксичність) та забезпечення їх легкодоступною поживою. До складу добрива входять біогенні елементи, амінокислоти й органічної речовини рослинного походження. Амінокислоти для добрива “Амінокат 30” отримано способом гідролізу рослинних протеїнів (білків), сприяючи синтезу білків, виконують важливі функцій у рослинному організмі та заощаджують енергію культур на синтез амінокислот. Застосовують їх комбіновано із засобами захисту рослин на польових, овочевих, плодових (за винятком сливи) та декоративних культурах. Позакореневе підживлення добривом “Амінокат 30” проводять робочим розчином 0,2–0,3 % концентрації, для кореневого застосування використовують розчин 0,003–0,03 % концентрації.**

Келькати **- тверді хелатизовані добрива з вмістом мікроелементів та кальцію. До їх складу входить один або кілька біогенів, які виготовлено на хелатній основі. Вони мають високу розчинність у воді та високу доступність культурам. Застосовують їх позакоренево, в системах крапельного поливу (фертигації), гідропоніки відкритого та закритого грунту.**

“Келькат Мікс"Са” **застосовують ще й для передпосівної обробки насіння, що забезпечує високу продуктивність культур. Передпосівна обробка насіння на 10–15% підвищує його польову схожість та на 5 - 7% - енергію проростання, поліпшує ріст і розвиток кореневої системи та усуває дефіцит мікроелементів на ранніх фазах органогенезу культур.**

Кальцій добрива стимулює ріст і розвиток кореневої системи культур. Завдяки вдало підібраній композиції хелатуючих агентів, його можна застосовувати в системах крапельного поливання (фертигації), гідропоніки в широкому діапазоні кислотності (pH 2–7,5) робочих розчинів.

«Келіки» **– рідкі хелатні коректори дефіциту елементів мінерального живлення, призначені для застосування як у системах крапельного поливу, так і за позакореневого підживлення. Високоякісні хелатуючі агенти, що входять до складу добрива, забезпечують надзвичайно високу їх ефективність за різного діапазону pH ґрунтового середовища – 114 (залежно від марки добрива). У той же час добрива високоефективні при застосуванні води із різними показниками pH за поливу і позакореневого підживлення.**

«Келіки» містять елементи мінерального живлення у легкодоступній хелатній формі і є технологічнішими з твердими добривами при приготуванні робочих розчинів.

Марки «Келіків»: Келік залізо (Fe), Келік цинк (Zn), Келік магній (MgO), Келік калій (K_2O), Келік молібден (Mo), Келік марганець (Mn), Келік кальцій (CaO), Келік бор (B), Келік кальцій+бор (Ca+B), Келік Мікс (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo).

За позакореневого підживлення - 100-400 мл/100 л води (200-800 мл/га), з поливною водою для кореневого підживлення -1-15 л/га.

«Келіки Калій» - це коректори дефіциту елементів мінерального живлення культур. унікальне рідке хелатне калійне добриво, яке містить 50% калію .

Сировиною для його виробництва є карбонат калію (K_2CO_3). На відміну від нітратних або сульфатних форм калійних добрив, «Келік Калій» стимулює поглинання калію кореневою системою рослин, проявляє пролонговану дію, знижує прояв небезпечних грибкових хвороб, продовжує активний період роботи фотосинтетичного апарату рослин, активізує відтік вуглеводнів із листків до плодів, а тим самим підвищує якість продукції: смакові якості, вміст цукрів, вміст сухих речовин, поліпшує зберігання тощо.

При застосуванні «Келіків» у системах краплинного поливу його рекомендована доза становить 34 л/га. За позакореневого підживлення концентрація робочого розчину «Келіків» повинна становити 0,25-0,5% (0,250,5 л/100 літрів води). У випадку проявів симптомів дефіциту рекомендується проведення агрохімічного аналізу ґрунту, діагностики рослин та консультації з фахівцями для встановлення оптимальної дози «Келіків».

«Реастим Гумус» **- композиція гумінових речовин і хелатів мікроелементів для некорневого підживлення рослин. Синергетичний (сумісний) вплив хелатів мікроелементів і гумінових сполук підвищує ефективність дії препарата.**

Співвідношення мікроелементів в препаратах збалансовано у відповідності потреб рослин на основних етапах росту, а наявність гумінових речовин сприяє кращому проникненню елементів живлення. Гумінові речовини препарата регулюють та сприяють кращому поступленню і пересуванню поживних речовин в рослинах, внаслідок чого оптимізується фотосинтез, рослини повніше використовують поживні речовини добрив, внесених у грунт і мікроелементи при некореневому підживленні одночасно з гуматами.

Мікроелементи з гуміновими речовинами мобілізують імунну систему рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих умов та стресових ситуацій. Покращують засвоєння рослинами елементів живлення із добрив та грунту.

Склад мікродобрив «Реастим - Гумус» для удобрення рослин, (г/л)

Препарат	P_2O_5	K_2O	SO_3	Fe	Zn	Cu	B	Mn	Mo	Co	Гумінові речовини
Реастим- Сад-Город	26	41	30	-	8,5	5,5	3,0	6,0	0,09	0,03	18
Реастим-Газон-Хвоя	26	41	30	7,0	3,3	4,3	1,5	2,5	0,04	0,02	18
Реастим-Картопля	26	41	30	-	7,5	5,0	2,5	5,0	0,08	0,03	18
Реастим-Боби	26	41	30	-	10	13	2,5	-	2,0	0,03	18
Реастим-Виноград	26	41	30	-	8,0	5,0	3,0	6,0	0,08	0,04	18
Реастим-Зерно	26	41	30	-	9,0	13,0	2,5	-	0,08	0,02	18
Реастим-Кукурудза	26	41	30	3,0	13,0	3,0	1,5	2,5	0,05	0,02	18
Реастим-Соняшник	26	41	30	-	9,0	8,0	2,5	3,5	0,08	0,02	18
Реастим-Огірки	26	41	30	3,8	3,9	2,8	1,7	2,8	0,05	0,015	18
Реастим-Томати	26	41	30	3,9	4,5	2,9	1,8	3,0	0,05	0,015	18
Реастим-Буряки	26	41	30	-	2,5	3,6	4,7	3,7	2,0	0,5	18
Реастим-Соя	26	41	30	5,0	3,0	1,5	2,5	4,0	4,0	0,5	18
Реастим-Ріпак	26	41	30	-	7,5	5,0	2,5	5,0	0,08	0,03	18
Реастим-Гречка	26	41	30	-	2,6	3,6	4,8	3,5	1,7	0,03	18

Норми внесення препаратів «Реастим - Гумус» для удобрення рослин

№	Назва препарату	Орієнтовні норми і строки внесення
1	Реастим- Сад-Город	4-6 л/га для підживлення рослин
2	Реастим-Газон-Хвоя	40-60 мл на 1 сотку (100 м^2)
3	Реастим-Картопля	4-5 л/га одночасно із засобами захисту рослин
4	Реастим-Боби	3-5 л/га у фазі бутонізації - початку цвітіння
5	Реастим-Виноград	6-10 л/га
6	Реастим-Зерно	3-5 л/га у фазі кущіння або виколошування
7	Реастим-Кукурудза	3-5 л/га у фазі 3-10 листків
8	Реастим-Соняшник	3-5 л/га у фазі 3-5 листків
9	Реастим-Огірки	4-6 л/га
10	Реастим-Томати	4-6 л/га
11	Реастим-Буряки	4-6 л/га перед змиканням листків у міжряддях
12	Реастим-Соя	3-5 л/га у фазі бутонізації – початку цвітіння
13	Реастим-Ріпак	4-6 л/га перед або під час цвітіння
	Реастим-Гречка	3-3,5 л/га перед цвітінням
	Реастим-Льон -довгунець	3,0-3,5 л/га в фазі «ялинки»

Борвмісне добриво *«Гранубор Натур»* застосовується для збагачення сумішей мінеральних добрив (B) бором, фосфоровмісних комплексних добрив (азофоска) та як однокомпонентне мінеральне добриво для локального прикореневого підживлення сільськогосподарських культур.

Агрохімічні особливості:

- відповідає всім нормативам міжнародних стандартів якості та екологічності;

- володіє підвищеним коефіцієнтом засвоєння рослинами бору (1020%);

- прологована дія протягом двох років;

- забезпечує культури протягом усього періоду вегетації доступними формами бору;

- змішується із азотними, фосфорними та калійними добривами;

- гарантує підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 1012% та поліпшення якості їх товарної продукції;

- гарантує високу агроекономічну ефективність при комбінованому застосуванні з «Нутрівантами Плюс™».

Рекомендується застосувати у дозі - 10 - 15 кг/га.

Дози застосування «Гранубору Натур» встановлюються з урахуванням забезпеченості ґрунту доступними сполуками бору, фізіологічних особливостей культур та їх виносів запланованим врожаєм.

Ефективність застосування мікродобрив під основні сільськогосподарські культури *(узагальнені дані)*

Культури	Приріст врожаю від мікроелементів, ц/га					
	B	Mo	Zn	Cu	Co	Mn
Цукрові буряки	32,1 / 341	22,7 / 203	32,3 / 115	13,9 / 275	29,6 / 116	27,6 / 119
Льон: соломка	3,6 / 112	1,2 / 18	4,6 / 5	0,9 / 15	2,7 / 8	2,6 / 4
волокно	0,7 / 85	0,75 / 30	1,2 / 15	0,9 / 6	0,6 / 15	1 / 16
насіння	1 / 63	1,8	0,9 / 15	0,9 / 6	0,9 / 15	1,1 / 15
Пшениця, ячмінь	1,4 / 208	2,1 / 241	2,5 / 236	3,7 / 184	2,7 / 112	1,9 / 215
Картопля	20,1 / 71	20,2 / 105	23,8 / 54	12,7 / 68	17,8 / 109	27,7 / 109
Кукурудза: зерно	-	1,3 / 18	5,2 / 220	-	-	2,8 / 51
зелену масу	50,7 / 66	49,2 / 70	43,8 / 88	50,1 / 74	40 / 54	38,5 / 62
Багаторічні трави	25,4 / 67	46 / 70	17,9 / 64	32 / 13	33,9 / 13	22 / 64

Примітка: В знаменнику зазначено кількість дослідів.

Вартість макро і мікроелементів в мікродобривах

Препарати	МЭ (%)	кг(л)/га	Грн/кг(л)	Грн/га	МЭ (г/га)	Грн/гМЭ
Тенсококтейль	8,12	1-2	215,00	322,5	121,8	2,648
Рексолін АВС	11,65	1-2	180.00	270,0	174,8	1,545
Вуксал-Мікроплант	6,47	3-4	110,00	385,0	226,3	1,701
Вуксал-Комбі В	1,88	2-4	110,00	330,0	56,4	5,846
Вуксал-Кальцій	0,99	3-4	110,00	385,0	34,8	11,071
Вуксал-Комбі Ре	1,87	2-4	110,00	330,0	56,1	5,877
Реаком-СР-Сад Огород	4,17	4-6	27,95	139,8	208,5	0,670
Реаком-СР-Картопля	4,07	5-6	27,95	153,7	223,9	0,687
Реаком-Р-Томати	3,07	4-6	24,18	120,9	153,7	0,787
Реаком-СР- Зерно	4,97	4-5	26,92	121,1	223,7	0,542
Реаком-СР-Соняшник	4,57	5-6	26,92	148,1	251,4	0,589
Реаком-Хелат Заліза	3,00	5-10	21,82	163,7	225,0	0,727
Реаком-Хелат Цинку	6,40	4-5	29,53	132,9	288,0	0,461
Реако м-Р-Буряк	3,40	4-6	33,60	184,8	187,0	0,988
Плантафол 5-15-45	0,28	3-3,5	67,00	217,8	8,9	24,364
Плантафол 20-20-20	0,28	3-3,5	52,80	171,6	8,9	19,200

Вартість макро і мікроелементів в мікродобривах

Препарати	МЭ (%)	кг(л)/га	Грн/кг(л)	Грн/га	МЭ (г/га)	Грн/гМЭ
Нутрівант-Цукровий буряк	3,00	2-4	39,60	118,8	90,0	1,320
Нутрівант-Олійний	2,02	2-4	39,60	118,8	60,6	1,959
Нутрівант-Зерновий	0,75	2-4	39,60	118.8	22,6	5,266
Еколист стандарт	1,20	4-5	22,00	99,0	53,8	1,839
Еколист Зернові	0,97	4	22,00	88,0	38,8	2,267
Еколист Ріпак	1,18	4	22,00	88,0	47,3	1,862
Еколист Картопля	1,20	4	22,00	88,0	48,1	1,831
Адоб Fe	3,00	3	70,00	210,0	90,0	2,333
Адоб Zn	4,60	4-6	70,00	350,0	230,0	1,522
Басфоліар 6-12-6	0,06	3-6	35,58	35,6	2,7	59,300
Басфоліар 34	0,26	3-6	40,50	182,3	11,5	15,820
Реаком-Хелат Бору	14,00	1-2	33,80	50,7	210,0	0,241
Вуксал-Борон	9,85	2-3	134,64	336,6	246,3	1,367
Солюбор ДФ	17.20	3-4	37,58	131.5	602.0	0,218

Порівняльна оцінка вартості хелатних мікродобрив різних фірм

(Фатєєв А.И., 2001)

Назва препарату	Ціна 1 кг з ПДВ, грн..	Сумарна кількість мікроелементів, %	Ціна за 1 г мікроелементів, грн..
Мікросол	8,9$ · 1,2 · 5,50=61,683	12,34	61,68/123,4=0,5
Dissolvine D-FE-11 (Akzo Nobel)	8,38$ · 5,50=46,09	11,0	43,97/110=0,42
Еколист	8,0	1,45	8,0/14,5=0,55
Combi 39G (Akzo Nobel)	9,38 · 1,2 · 5,5=61,91	17,0	61,91/170=0,37
Нутріхім Комбі-S (Нутрихім Cu Н.В.)	52,23	9,35	52,23/93,5=0,56
Нутріхім Комбі-F (Нутрихім Cu Н.В.)	46,73	14,5	46,73/145=0,32
Халат заліза (Буйський хімкомбінат, Росія)	94,92 руб./кг · 1,05 · 1,2 . 0,19=22,7 грн/кг	2,0	22,7/20=1,1
«Реаком»-Н	5,39	2,6	5,39/26,0=0,21
«Реаком»-Т	5,72	2,8	5,72/28=0,2
«Реаком»-О	5,83	3,2	5,83/32,0=0,18
«Реаком»-С-зерно	8,64	4,6	8,64/46,0=0,19
«Реаком 2»-С-буряки	22,77	5,7	22,77/5,7=0,4
«Реаком 2»-СР-картопля	8,42	4,7	8,42/4,7=0,18
Коефіцієнти: 1,2 ПДВ 20%; 1,05 таможений збір;		5,50 грн. за $ (курс національного банку)	

Основні препарати зареєстровані в Україні які містять мікроелементи:

- *Реаком* (Україна). Це - рідкі комплексні добрива на базі ОЕДФ. Вміст мікроелементів залежить від культури: Реаком - С Реаком-Р: СО, Реаком - хелат заліза, Реаком-0, Реаком-Т.

- *Мочевин-К 1*, (Україна) - рідке супердобриво яке має в своєму складі кріопротектор, %: азот-5, фосфор-2, калій-0,5 та мікроелементи, г/л: сірку-2,0, кальцій-1,2, натрій-5, бор-1,0, кобальт-0,5, мідь-1,0, залізо-2,0, марганець-1,0, молібден-0,5. - *Цеовіт моно* «Цеоліт», Україна. Містить: Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, Mo, Cu і спеціальні (мікро картопля, еколист сад, еколист суниця).

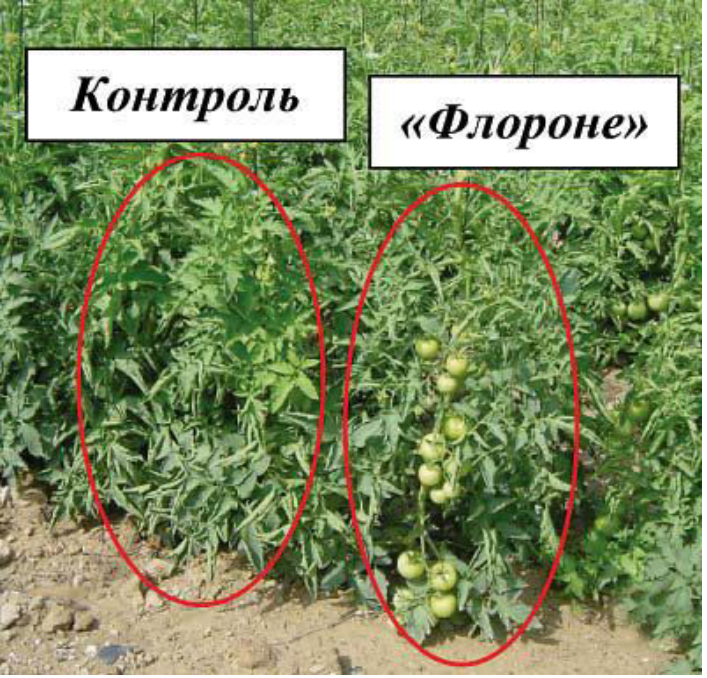
- *Цеовіт моно*, Україна. Містить: Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, Mo, Cu і спеціальні (мікро картопля, еколист сад, еколист суниця).

- *Екоплант* Україна (P_2O_5-7,66, K_2O-49,29, MgO-10,03, CaO-12,26%).

- *Міком*, Україна, мікродобриво на основі комплексонатів мікроелементів (Co, Cu, Zn, Mn, Mo, B).

- *Фізіожівлін* (N-19,1, K_2O-16,5, + мікроелементи), НАНУ.

- *Комбібор* (НАНУ) – високо інтенсивне складнозмішане добриво для цукрових буряків. В його склад, як основний елемент входить бор, марганець, цинк, кобальт, і



Добриво-біостимулятор *«Флороне»* дає змогу отримати врожай томатів раніше на 7–12 днів. Його склад поєднує в собі композицію елементів мінерального живлення, спеціальний комплекс біостимулюючих речовин та амінокислот направленої дії.

Фізіологічний вплив «Флороне» на томатах відбувається за схемою: призупинення вегетативного росту ⟶ стимуляція поділу клітин генеративних органів ініціалізація (започаткування) одночасного і дружного цвітіння ⟶ прискорення достигання товарного врожаю.

«Флороне» проявляє себе як: ретардант ростових процесів: затримує вегетативний ріст, скорочує довжину міжвузлів та дає змогу закласти більшу кількість квіток у китиці, а відповідно, й плодів та поліпшити їх товарний вигляд.

«Флороне» застосовується позакоренево через 15-20 днів після висадки розсади томатів у відкритий ґрунт на початку їх активного вегетативного росту.

Підживлення проводяться через кожні 7–15 днів, проте не менше двох за вегетаційний період. Концентрація робочого розчину за позакореневого підживлення становить 0,05–0,1% (50–100 мл/100 л води). За краплинного поливу «Флороне» застосовується в дозі 2 л/га. Його потрібно застосовувати наприкінці поливу, залишаючи короткий термін для промивання системи водою.

При викоистанні «Флороне» на томатах застосовуються підвищені дози фосфорних та борних добрив, що досягається застосуванням «Райката Старт» і «Мікроката

КАЛІЙ
марганцевокислий

МІДЬ
сірчанокисла

ТОВ "АГРОХІ
м. Луганськ
ХЛОРОКИС
МІДІ 90% з.п.

Тема 20. ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

1.Вплив органічних добрив на грунт і рослини

2.Підстилковий гній та компости, технології зберігання і застосування

3.Безпідстилковий гній

4. Сеча і гноївка

5. Пташиний послід

6.Торф і торфокомпости

Органічні добрива містять необхідний для росту та розвитку рослин набір макро і мікроелементів, фізіологічно активних речовин, антибіотиків, мікроорганізмів. Їх внесення сприяє кращому перебігу біологічних процесів і поліпшує фізико-хімічні властивості ґрунту.

Місцевими називають добрива які виробляють на місці їх використання.

Оптимальні дози підстилкового гною і нормативи приросту врожаю від його застосування

Культури	Полісся				Лісостеп			
	Без добрив		На фоні добрив		Без добрив		На фоні добрив	
	доза, т/га	норма-тив, ц/га	доза, т/га	норма-тив, кг/га	доза, т/га	норма-тив, ц/га	доза, т/га	норма-тив, ц/га
Картопля	60-80	0,86	50-60	0,78	40-50	0,78	30-40	0,54
Кукуру за на: зерно	40-60	0,19	30-40	0,22	30-50	0,14	30-40	0,17
силос	40-60	1,7	30-40	1,83	30-50	1,45	30-40	1,56
Буряки: цукрові	60-70	1,2	40-50	1,56	50-60	1,38	30-50	1,22
кормові	80-100	1,4	60-80	1,49	80-90	1,3	60-80	1,43
Овочі	30-50	1,69	30-40	1,13	30-40	1,04	20-30	0,90
Озима пшениця	-	-	30-40	0,11	-	-	25-30	0,12
Соняшник	-	-	-	-	20-30	0,07	20-30	0,06

Підстилковий гній та компости **називають** ***повним добривом*****, оскільки до його складу входять основні елементи живлення: азот, фосфор, калій, кальцій, магній тощо. В його склад входять: тверді, рідкі і газоподібні виділення тварин, які містять майже всі зольні речовини, що присутні в кормах.**

Хімічний склад свіжого гною, %

Вид гною	Вода	Органічні речовини	Азот (заг.)	Азот (аміачний)	Фосфор (P_2O_5)	Калій (K_2O)	Кальцій (CaO)	Магній (MgO)	Підстика
Мішаний	75,0	22,0	0,48	0,05	0,22	0,50	0,37	0,10	з соломи
ВРХ	78,3	20,0	0,47	0,06	0,26	0,50	0,42	0,13	“
Кінський	72,6	24,5	0,57	0,08	0,23	0,54	0,22	0,10	“
Свинячий	72,4	24,5	0,52	0,05	0,20	0,52	0,13	0,08	“
Овечий	63,0	33,0	0,89	0,15	0,23	0,58	0,39	0,16	“
ВРХ	72,0	18,1	0,68	0,22	0,28	0,51	-	-	з торфу

Орієнтовний вихід напівперепрілого гною на одну голову худоби, *т/рік*

Тривалість стійлового періоду, доба	Коні	Велика рога-та худоба	Вівці	Свині
220-240	6-7	8-9	0,8-0,9	1,5-2,0
200-220	5-6	7-8	0,7-0,8	1,2-1,5
180-200	4-5	6-7	0,6-0,7	1-1,2
Менше 180	3-4	4-5	0,4-0,5	0,8-1,0

Вбирна здатність і хімічний склад підстилки

Вид підстилки	Хімічний склад, %					Вбирна здатність	
	Вода	Азот	P_2O_5	K_2O	CaO	Частин води на 100частин сухої під стилки	Грамів аміаку на 1 кг сухої під стилки
Солома озимого жита	14,3	0,45	0,26	1,00	0,29	250-300	8-10
Солома озимої пшениці	14,0	0,50	0,20	0,90	0,28	200-300	8-10
Торф: низинний верховий	30-35 30-35	2,30 1,20	0,30 0,20	0,20 0,30	- -	500-700 1000-1500	35-40 -
Тирса	25	0,20	0,30	0,74	1,80	400	-

Способи зберігання гною:

Щільний (холодний) **полягає в тому, що гній спочатку складають в гноєсховища або польові бурти пошарово і відразу ущільнюють. Після ущільнення процес повторюють до необхідних розмірів. В ущільненому гноєві зменшуються втрати азоту та органічних речовин, створюються анаеробні умови, температура влітку підвищується до 35^0С, а взимку не більш як 25^0С; бурт рівномірно насичується гноївкою і вуглекислим газом, що перешкоджає розкладанню карбонату амонію, який консервує гній. Частина аміаку зв'язується органічними кислотами, які утворюються під час розкладання гною.**

Пухкий з наступним ущільненням (гаряче-холодний) **використовують у господарствах для знешкодження глистів і ліквідації загрози поширення хвороб травного каналу, знищення насіння бур'янів. Його застосовують для прискорення дозрівання соломистого гною.**

Ступені розкладання гною залежать від тривалості і способів зберігання:

Напівперепрілий (напіврозкладений) гній **утворюється після 3-5 місяців зберігання. Солома набуває темно-коричневого кольору, втрачає міцність і легко розривається, втрачаючи 10-30% початкової маси і сухих органічних речовин.**

Перепрілий гній **отримують після тривалого зберігання. Це однорідна маса, в якій важко знайти окремі соломини, втрачає близько 50% маси і сухих органічних речовин, стає маслянистим, набуваючи чорного кольору.**

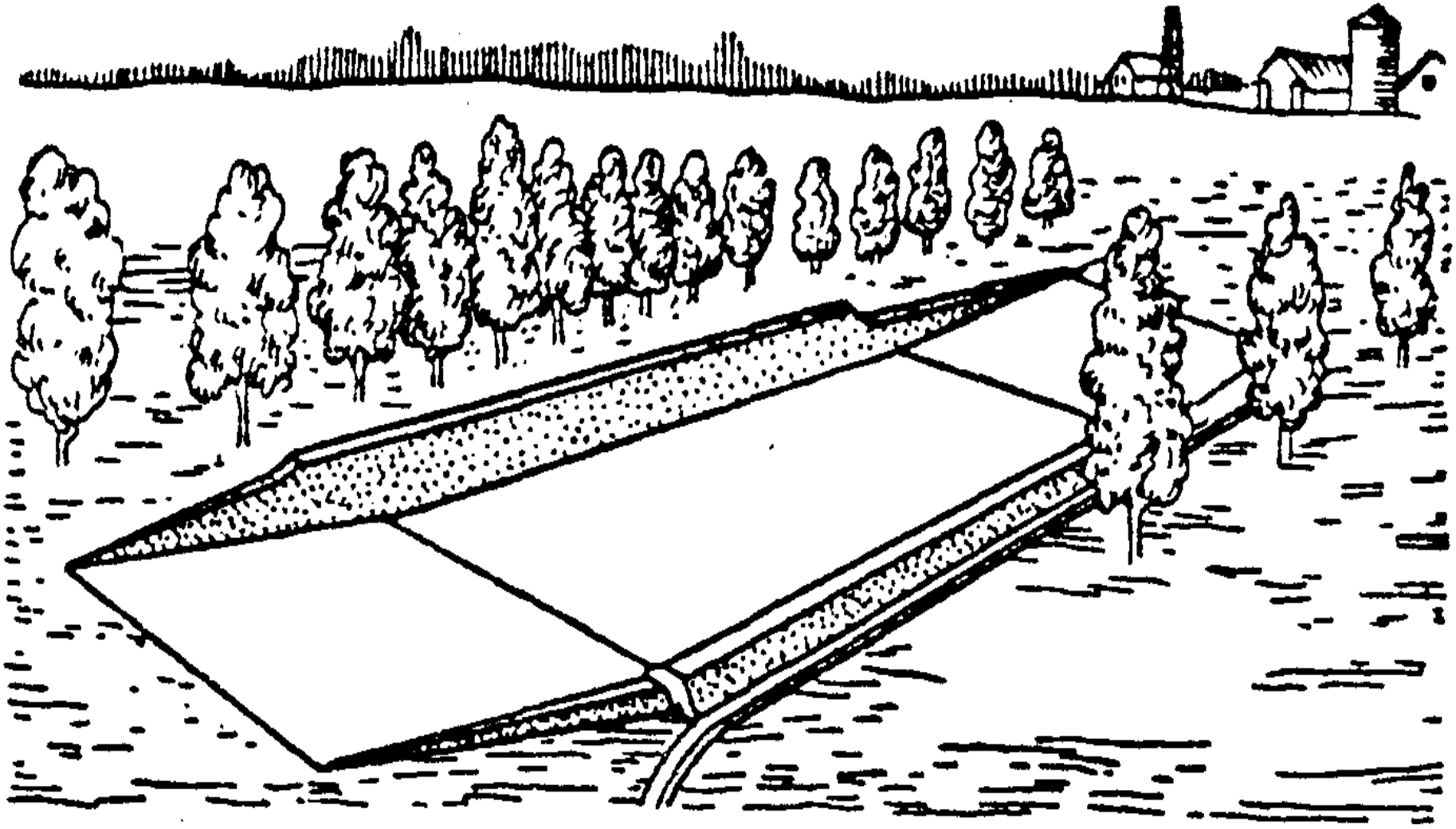
Перегній (гній - сипець) **- це пухка темна розсипчаста, землиста, дрібногрудучкувата маса - продукт глибокого розкладу органічних речовин гною. Втрати маси і сухих органічних речовин сягають 75%.**

Зменшення втрат азоту та органічної речовини при компостуванні *(за даними В.Т.Зубченко)*

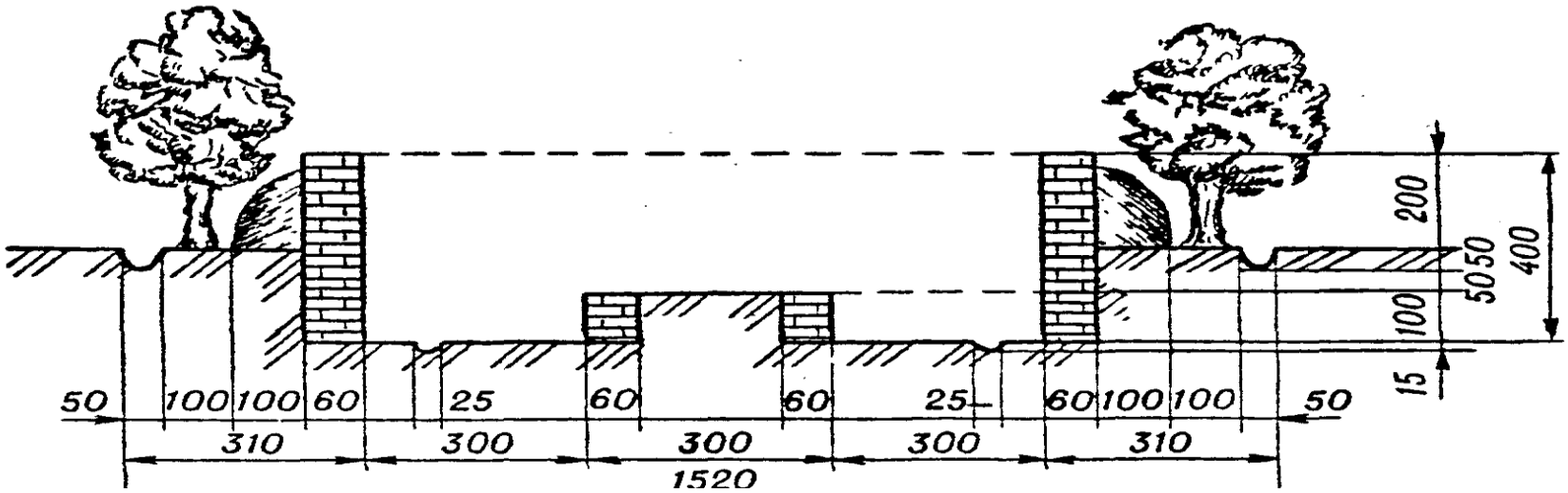
Гній та добавки при компостуванні	Втрати, % початкового вмісту	
	азоту	органічної речовини
Гній, щільного укладання	43,8	48,6
Гній, щільного укладання	31,8	27,7
Гній, змішаний з 20% грунту	1,9	25,6
Гній, змішаний з 50% грунту	3	40,3
Гній, щільного укладання	42,2	15,4
Гній, змішаний з 5% гіпсу	13,2	-
Гній, змішаний з 10% гіпсу	12,6	6,7

Склад змішаного гною різного ступеня розкладання, %

Показники	Ступінь розкладу гною:			
	свіжий	напівпе-репрілий	перепрі-лий	перегній
Вологість	-	77,0	78,0	79,0
Азот загальний (N)	-	0,55	0,60	0,98
в т. ч. білковий	-	0,35	0,42	-
аміачний	-	0,15	0,12	-
Фосфору (P_2O_5)	0,25	0,38	0,43	0,48
Калію (K_2O)	-	0,70	0,75	0,90
Втрати органічної речовини	-	29,0	47,2	62,4



Загальний вигляд гноєсховища



Поперечний розріз гноєсховища

Розміри гноєсховища залежно від його місткості

Параметри	Місткість, т			
	1000	2000	3000	6000
Ширина, м	20	20	20	40
Довжина, м	30	60	90	90
Кількість гноївкозбірників, шт.	4	6	8	9

Рідкий безпідстилковий гній **- суміші твердих і рідких виділень тварин та незначної кількості підстилки і кормів, розбавлених водою. Текучий, легко транспортується по трубопроводах самопливом та перекачується насосами.**

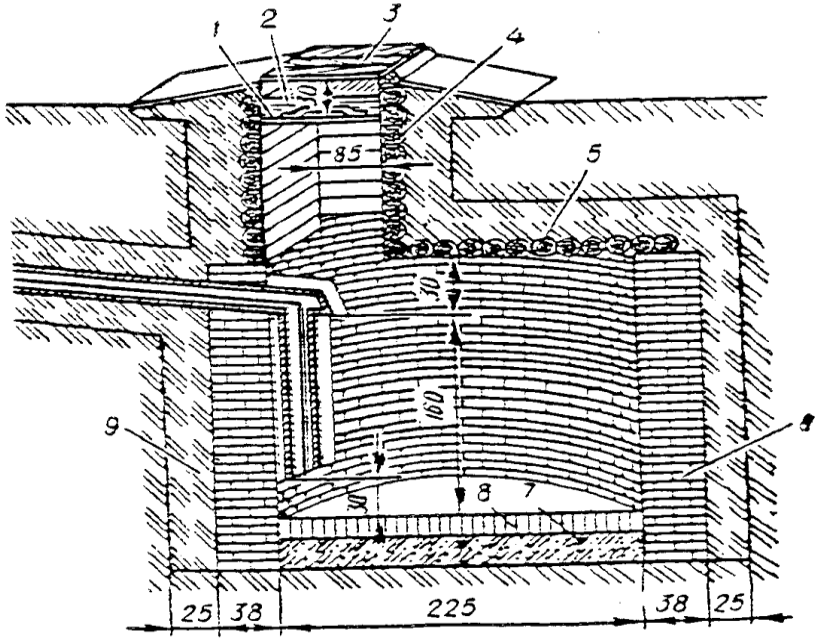
Розрізняють:

- ***напіврідкий гній*** **- суміш твердих і рідких виділень тварин із вмістом сухих речовин понад 8%;**

- ***рідкий гній*** **- суміш твердих і рідких виділень тварин, розбавлених невеликою кількістю води, із вмістом сухих речовин від 3 до 8%;**

- ***гнойові стоки*** **- суміш виділень тварин, розбавлених значною кількістю води, із вмістом сухих речовин до 3 відсотків.**

Сеча і гноївка **- цінні швидкодіючі азотно-калійні добрива, що виробляю-ться на фермах і гноєсховищах в процесі розкладання гною. Азот (у формі сечовини $CO(NH_2)_2$), і калій доступні рослинам. Азот переважно під дією уробактерій перетворюється на карбонат амонію $(NH_4)_2CO_3$ і легко розкладається на CO_2, NH_3 і H_2O. При тривалому зберіганні гноївки аміак швидко звітрюється і добриво різко втрачає свою цінність, тому її зберігають в спеціальних щільно закритих колодязях гноївкозбірниках.**



Вертикальний розріз сечозбірника

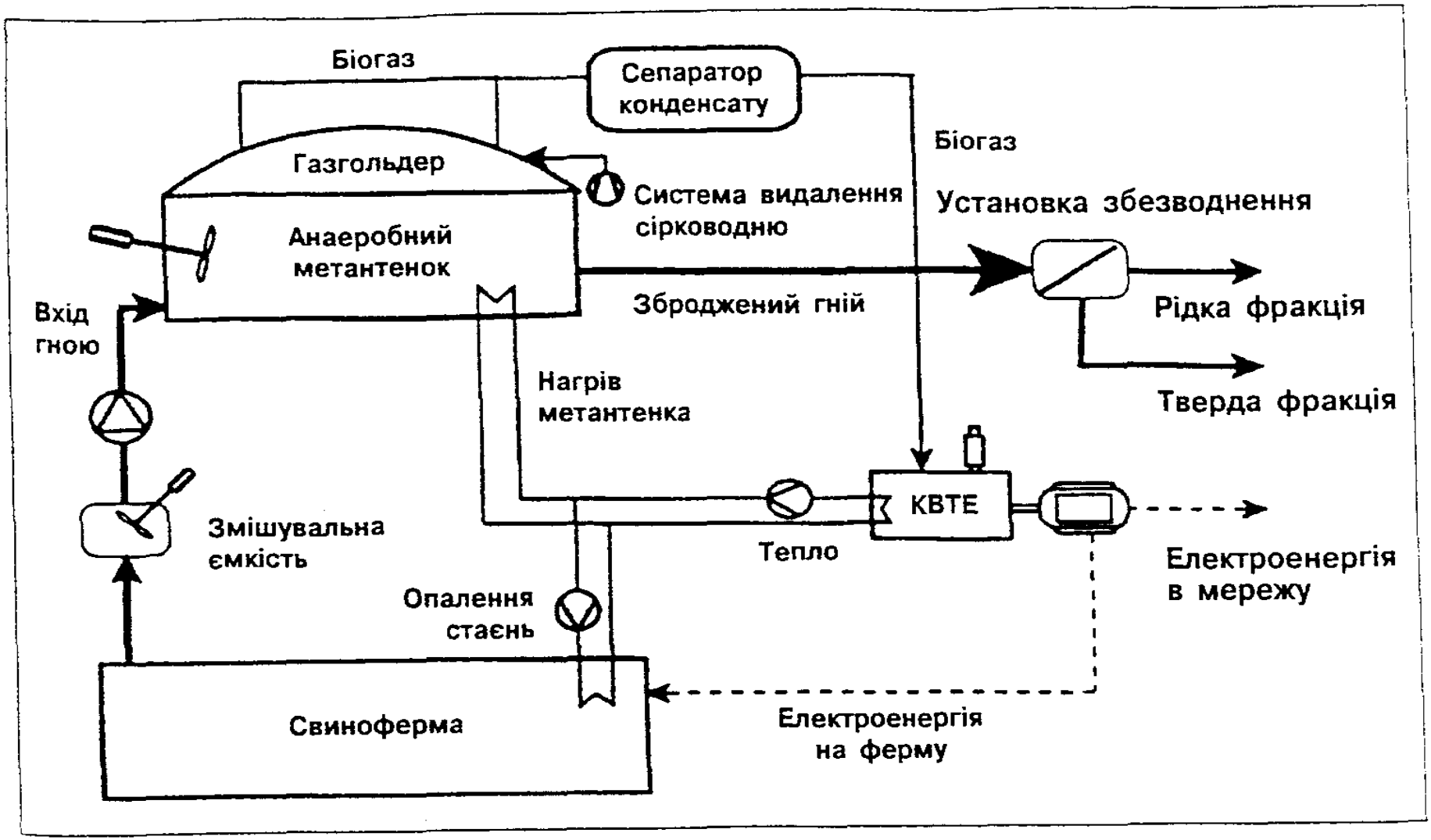


Схема роботи біогазової установки

Потенціал гною, придатного для анаеробного зброджування в Україні *(станом на 1999рік)**

Вид гною	Загальна кількість гною, млн. т/рік	Коефіцієнт доступності **	Кількість гною для зброджування, млн. т/рік	Виробіток біогазу, 10^9 $м^3$/рік	Q_HP, МДж/$м^3$	Енергетичний потенціал гною, млн. т у. п./рік
ВРХ (W***=88-89%)	94,2	0,62	58,4	1,46	23	1,144
Свині (W=90%)	7,7	0,62	4,79	0,124	21	0,088
Птиця (W=70%)	2,8	1	2,8	0,11	21	0,079
Разом	104,7	-	65,99	1,694	-	1,311

Примітка:* - у розрахунках брали до уваги лише тварин, що утримувалися на підприємствах; поголів'я особистих підсобних господарств не враховувалося; ** - коефіцієнт доступності 0,62 враховує зменшення кількості гною ВРХ, який втрачається під час літнього утримання худоби на пасовищах; для свинячого гною цей коефіцієнт враховує зменшення кількості придатного для зброджування гною на фермах з гідро-змиванням та гідро сплавленням; *** - W – вологість.

Пташинний послід **- найбільш концентроване органічне добриво, що містить необхідний для рослин набір макро -і мікроелементів є швидкодіючим та високоефективним. Азот пташиного посліду перебуває у формі сечової кислоти. Залежно від способу утримання птиці одержують підстилковий і безпідстилковий пташиний послід. Безпідстилковий послід може бути нативний (не розведений водою) і на гідрозмиві**

В середньому за рік від кожної птиці можна мати посліду, кг: від курей - до 6, качок - 8, гусей – 11. Найбільше поживних речовин у посліді курей

.

Хімічний склад пташиного посліду, *% маси сирої речовини*

Послід	Вода	Азот	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Курячий	56	1,6	1,5	0,8	2,4	0,7
Качиний	70	0,7	0,9	0,6	1,1	0,2
Гусячий	76	0,5	0,5	0,9	0,8	0,2

Хімічний склад різних видів пташиного посліду і нормативи їх використання

Види посліду	Вміст води, %	pH	Вміст, % на сиру речовину					Орієнтовні дози під просапніх культури, т/га
			Азот		P_2O_5	K_2O	зола	
			загальний	амоній ний				
Термічно висушений	20	7,1	3,0	0,41	3,5	1,2	21	5-6
Нативний (підстилковий і безпідстилковий)	65	7,4	1,2	0,34	0,64	0,60	20	10-15
Напіврідкий	85	7,0	1,0	0,50	0,40	0,35	10	20-30
Рідкий	92	6,9	0,8	0,32	0,36	0,26	5	30-40
Стічні води	99	7,2	0,2	0,07	0,07	0,16	4	60-80

Гранульований пташиний послід "Купогран".

Його виробництво дозволяє перебудовувати технологію одержання добрив із заданим співвідношенням і складом поживних речовин із вмістом: азоту загального - 10-12; фосфору рухомого - 8-19; калію K_2O - 6-8; кальцію - 2,5-3,5%.

Використовується для удобрення сільськогосподарських культур - овочевих, декоративних, а також квітів. Вносять "Купогран" навесні на 10-12 см, а також поверхнево, під рослини з інтенсивним поливом водою.

Добриво не токсичне, за нормальних умов не самозаймається і не вибухає. При безпосередньому контакті не спричиняє шкідливого впливу на організм людини, не є джерелом поширення інфекцій. Робота з ним не вимагає особливих заходів безпеки.

Технологія виробництва і внесення *гранульованого пташиного посліду "Купогран"* передбачає: транспортування посліду до місця переробки; зберігання; запобігання контакту необробленого посліду з оточуючим середовищем; повне знезараження посліду від яєць гельмінтів, патогенної мікрофлори і насіння бур'янів; можливість одержання теплової енергії; відсутність шкідливих викидів; зменшення витрат на внесення в грунт; економію палива на перевезення, затрат на вантажно-розвантажувальні роботи, нову техніку і обслуговуючий персонал; одержання гранул заданих розмірів із заданим вмістом елементів живлення; рівномірне, дозоване внутрішньогрунтове внесення добрив, завдяки високій сипучості та однорідності гранулометри-

Торфи поділяють на:

Низинні **- утворилися на понижених елементах рельєфу Полісся та Лісостепу в долинах річок, річних заплавах, межиріччях під впливом грунтових вод із гіпнового моху, трав'янистої (очерет, осока, тростина, хвощ, купичник) і дере-в'янистої (вільха, береза, верба, сосна, ялина) рослинності, досить вимогливої до наявності вологи і пожнивних речовин. Реакція слабокисла, іноді нейтральна; містять найбільше зольних елементів і характерризуються високим ступенем розкладу, придатні для безпосереднього використання як органічні добрива, виготовлення компостів;**

Перехідні торфи **займають проміжне положення між низинними та верховими і зустрічаються порівняно рідко. Їх використовують для підстилки та виготов-лення компостів;**

Верхові торфи **сформувалися на підвищених елементах рельєфу – вододілах, підвищеннях, межиріччях, прирічкових піщаних терасах, головним чином із сфагнового моху, багна та інших мало вибагливих до наявності вологи і пожив-них речовин рослин. Їх реакція дуже кисла; за вмістом поживних речовин вони найбідніші. Це - малозольні торфи з низьким ступенем розкладу органічних речо-вин. Використовують для підстилки, виготовлення грунтових композицій при вирощуванні квітів, а**

Хімічний склад різних видів торфу,% маси абсолютно сухої речовини
(за даними УНДІЗ)

Вид торфу	pH	Зольність	Азот		P_2O_5		K_2O	CaO	Mg
			загальний	білковий	загаль-ний	розчинний			
Очеретяно-осоковий	6,8	13,7	1,97	1,73	0,36	0,04	0,12	2,48	0,03
Осоковий з доміш. гіпсу	4,0	13,8	2,42	1,69	0,27	0,02	-	0,9	0,07
Сфагновий	3,1	24,5	1,22	1,07	0,17	0,01	-	0,07	0,17

Торф'яні компости **це - механічна суміш торфу, гною, гноївки, сечі в різних співвідношеннях з метою переведення важкодоступних поживних речовин торфу в легкозасвоювані форми, збагачення її на мікрофлору. За-лежно від ступеня розкладу торфу і навколишньої температури компосту-вання триває від 3 до 6 місяців.**

В процесі розкладу відбувається багатоетапне перетворення мікроорганізми складових компосту до тих пір, доки компост не стане субстанцією для функціонування наступної популяції мікроорганізмів. Розклад компонентів компосту проходить п'ять фаз:

- розклад, або попередній розклад. Для нього характерний швидкий нагрів в середині кагату нерідко до 70^0С. Починаючи із 40^0С і вище теплолюбиві гриби і спороутворюючі мікроорганізми розкладають целюлозу в жири, а підвищена температура знижує схожість насіння бур'янів, зменшуючи негативну дію хвороб та шкідників. pH компосту знижується. Основна участь в проходженні фази розкладу належить ґрунтовим організмам - плісневим і променистим грибам, уробактеріям, винтоподібним бактеріям і спірилам;

- *фаза реконструкції* настає при зниженні температури до 30^0С. Розпочинається стрімкий ріст грибів та підвищений газообмін. Аміак, як продукт компостування, утворює органічні сполуки, а відношення С : N знижується. Тривалість фази розкладу 2-3 тижні, протягом яких найефективніше функціонують променистий грибок, зелена плісень, дріжжові грибки, плісень головчата, спірили, вілохвостки;

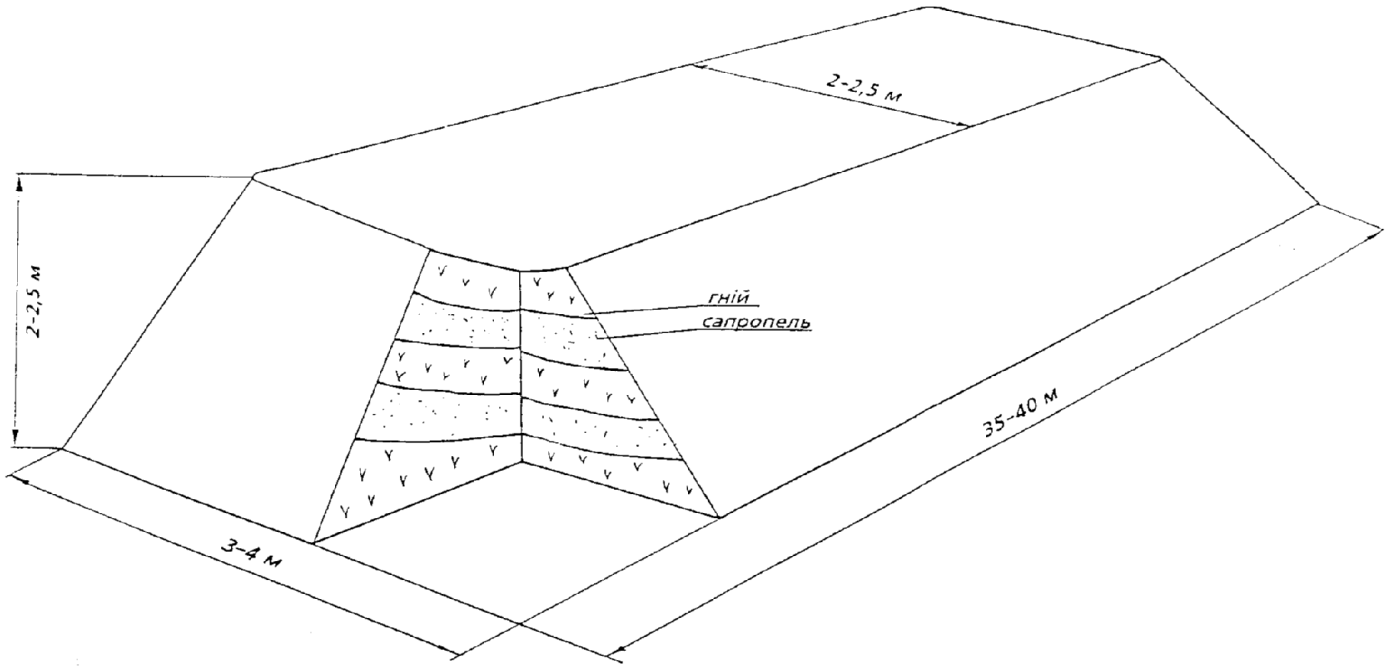
- *у фазу синтезу* розпочинається прискорене заселення комахами, компост-ними черв'яками (мокрицями, дощовими грибками, плісенью головчатою, зеленою плісенью, плісенню лієчною, вілохвостами, панцерними кліщами, жужелицями, личинками журчалки);

- *фазі дозрівання* відповідає вирівнювання температури компосту при якій ефективно функціонують сінокосці, вілохвостки, довгоножки лучні (личинки), личинки жужелиці, гнойні черви, мокриці, панцирні кліщі, личинки мертвоїда, мурахи, личинки пластоусого жука, дріжжові грибки, медведка звичайна, зелена плісень;. Компост повністю дозрівший і його можна використовувати в якості добрива.

- *гуміфікація* є кінцевим продуктом компостування. Протягом даної фази в компості поселяються пауки-скакуни, мурахи, вілохвостки, нематоди, жужелиці, мокриця, мала білозубка, ківсяки, великий дощовий черв'як, панцерні кліщі, водорослі, травневий хрущ, які забезпечують стабільність гумусових форм і легкодоступність поживних речовин рослинам.

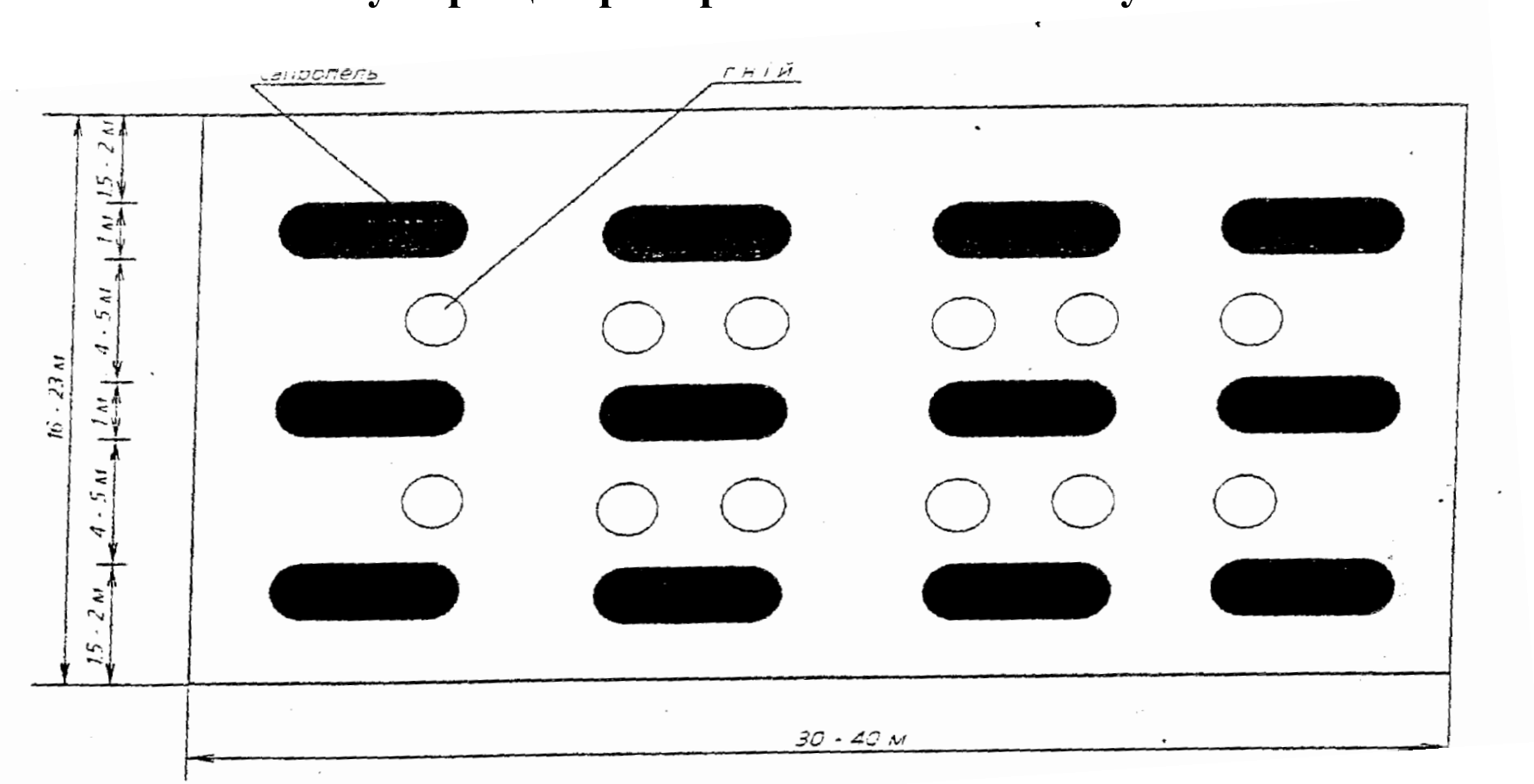
Способи приготування торфогнойових компостів:

Пошаровий спосіб **- найбільш поширений і застосовується у будь яку пору року. На торфову подушку 40-50 см, шарами укладають гній і торф завтов шки 25-30 см (товщина шарів залежить від співвідношення компонентів).**



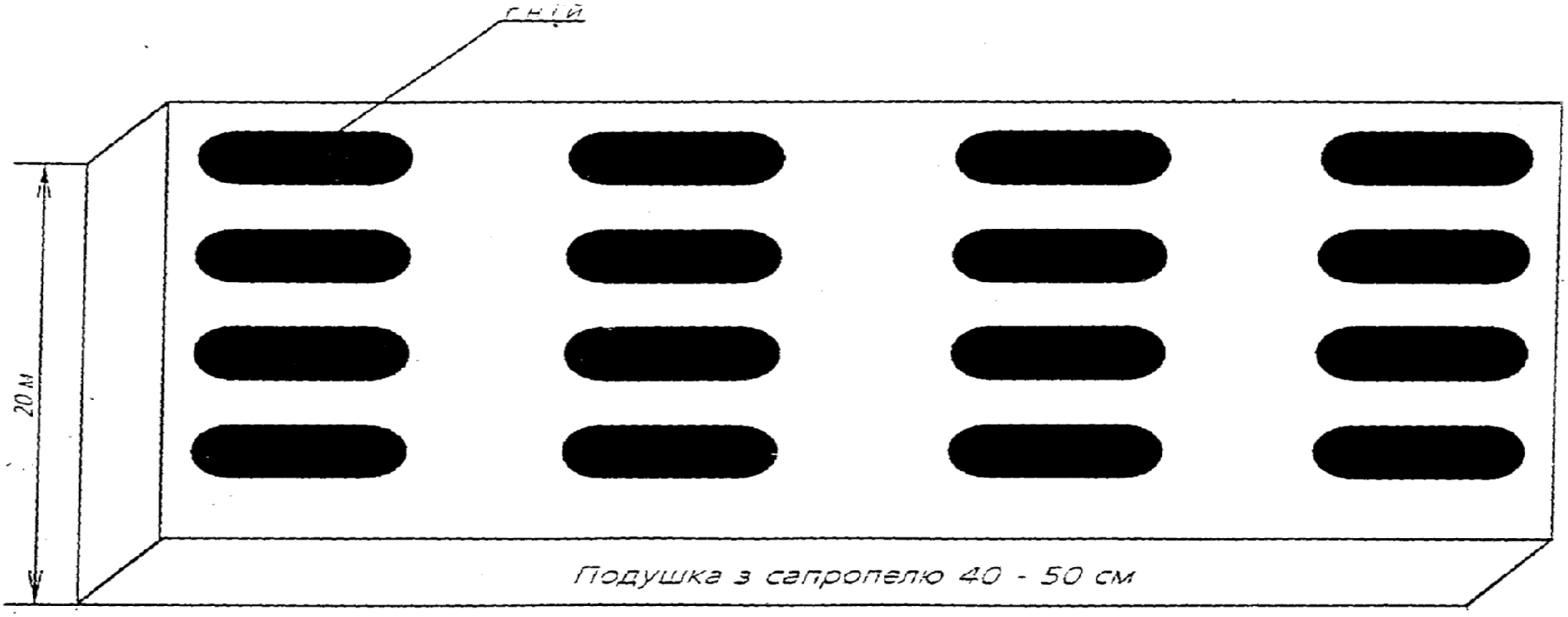
Пошаровий спосіб приготування компостів

Осередковий (кучковий) **- використовується при недостатній кількості гною в господарстві, при закладанні компостів взимку. Гній в загальній масі торфу вкладають окремими кучками, а проміжки між ними заповнюють торфом. Цей спосіб забезпечує кращий розігрів компостів взимку.**



Осередковий (кучковий) спосіб приготування компостів

Площадковий (майданчиковий) спосіб **приготування компостів застосовують у весняно-літній та осінній періоди року. На торфову подушку шаром 25-30 см рівномірно розкладають гній перемішуючи дисковою бороною з послідуючим згрібанням бульдозером в бурти для компостування. 5-6 тижнів їх перелопачують та зволожують гноївкою або водою.**

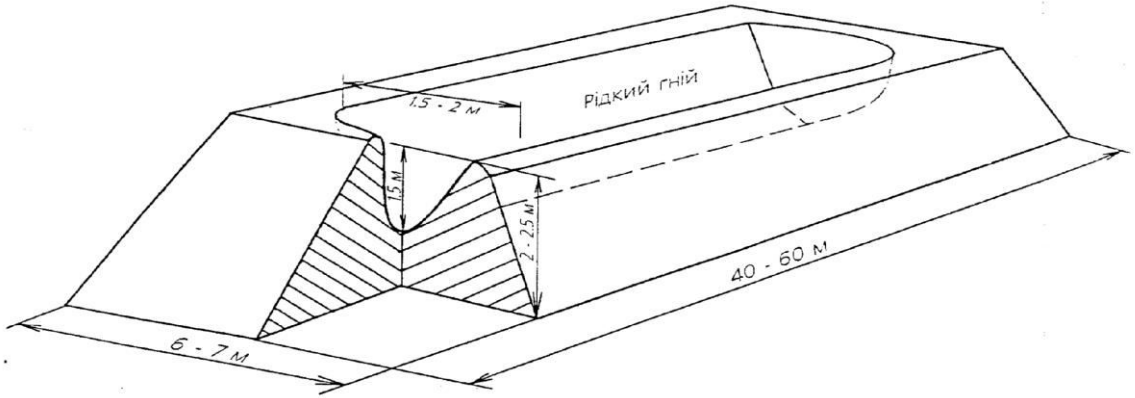


Площадковий (майданчиковий) спосіб приготування компостів

Компости з торфу, сечі та гноївки виготовляють двома способами:

- торф укладають в бурти шириною 3-4 та висотою 1,5-2,0 м довільної довжини. Зверху в буртах роблять коритоподібні канави глибиною 0,5-0,8 і завширшки до 1 м. Канави заповнюють необхідною кількістю сечі та гноївки і після поглинання їх торфом вирівнюють поверхню бурта;

- торф укладають в бурти шарами шириною 3-4 та висотою 0,3-0,5 м довільної довжини. Кожний шар торфу поливають гноївкою і після саморозігрівання ущільнюють. Потім укладають наступний шар торфу і поливають гноївкою. Так повторюють доти, поки висота бурту досягне 1,5-2,0 м. Потім бурт вкривають шаром торфу 25-30 см. Дозрівання приготовлених такими способами компостів відбувається протягом 1-2 місяці.

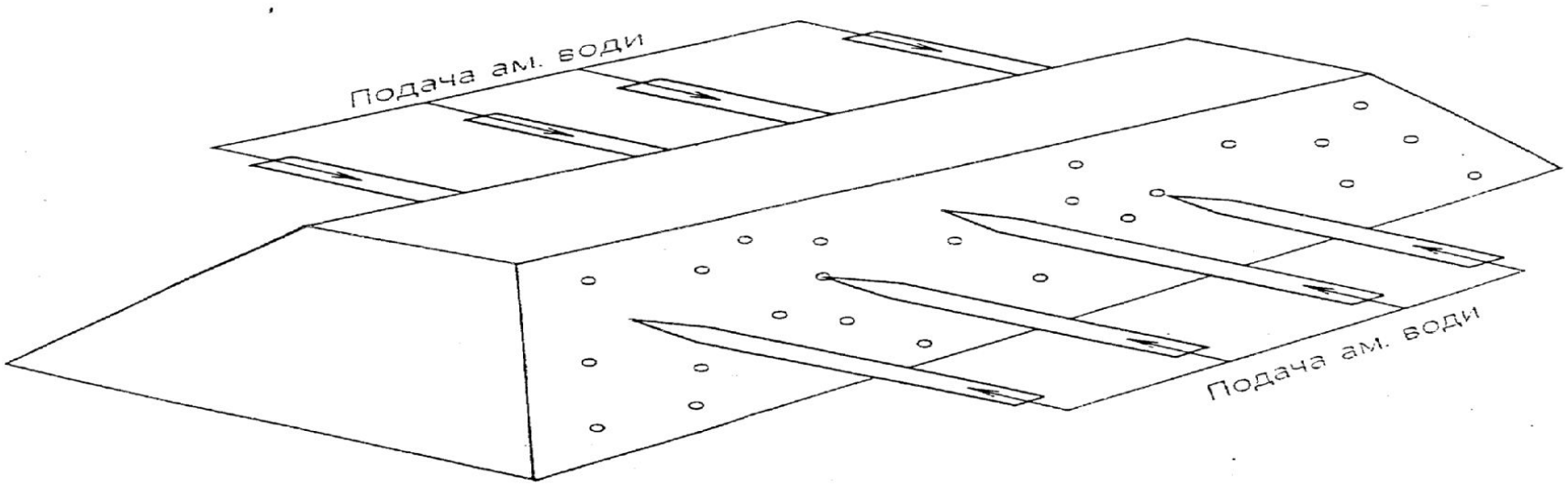


Приготування торфо-гноївкового компосту

Торфо-рослинні компости **заготовляють при безпосередньому вирощуванні бобових рослин (сидератів) на очищених і осушених торфовищах. Торфовище орють на зяб із внесенням 60-90 кг/га фосфорно - калійних добрив, проводять посів сидерату. При біологічній стиглості, зелену масу попередньо прикотковують (дискують) та заорюють на 12-15 см. Подрібнену і перемішану з торфом рослинну масу згортають в бурти (співвідношення зеленої маси і торфу 1:10). Через 2 місяці компост готовий для використання.**

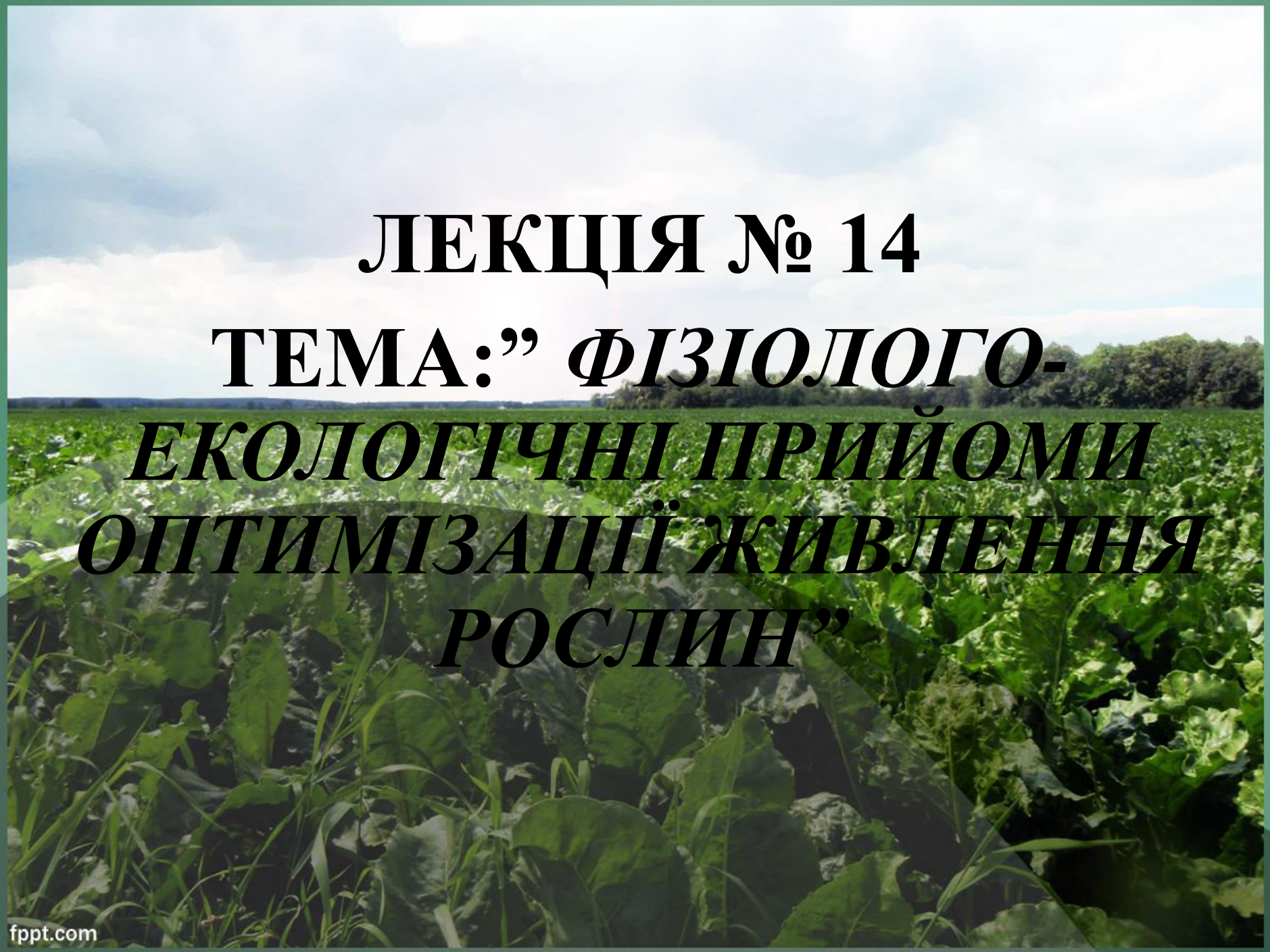
Для приготування *бактеризованих компостів* застосовують препарати АМБ (автохтонна мікрофлора Б), Байкал І МУ, які розкладають торф. Препарати є комплексом живих аеробних мікроорганізмів, які діють аналогічно амоніфікаторам, нітрофікаторам, азотфіксуючим бактеріям, а також бактеріям, які розкла-дають клітковину та фосфорорганічні сполуки. При виготовленні бактеризованого компосту до 1 т торфу добавляють 1 ц вапна, або фосфоритного борошна і 1 кг маточного розчину препарату АМБ. Витримують, перемішуючи один раз на тиждень при вологості 50%. На 1 га вносять не менше 300 кг розбавленого препарату, або 250-300 кг на 10 т торфу. Для бактеризації компостів застосовують азотобактерин, який вносять під час закладання буртів із розрахунку 0,5-1,0 кг на 1 т компосту. В торфокомпостах, особливо з добавкою фосфоритного борошна, азотобактерин підвищує свою біологічну активність, а при внесенні в грунт збагачує його на азот.

Торфо-мінерально-аміачні добрива **(ТМАД) - амонізовані торфокомпости із сухого торфу та мінеральних добрив. Для цього сухий торф оброляють аміачною водою (20-30 кг/т), добавляють суперфосфат, або фосфоритне борошно (10-15 кг/т), хлористий калій (6-10 кг/т). В умовах лужного середовища, що створюється під час взаємодії торфу з аміачною водою, органічні речовини розкладаються з виділенням аміаку, який з фосфорними добривами утворює стійкі, доступні для рослин форми кальцію $CaHPO_4 . 2H_2O$ та сульфату амонію $(NH_4)_2SO_4$. Під впливом хлориду калію добрив затримується процес нітрифікації а аміачний азот протягом тривалого часу залишається в доступній для рослин формі.**



Приготування компосту з торфу та аміачної води

Розкидач органічних добрив РТД-14,
ВАТ "Ковельсільмаш"



ЛЕКЦІЯ № 14

ТЕМА:” *ФІЗІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН”*

fppt.com

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.;

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.

4. Агроекологія/ М.М.Городній, А.Г.Сердюк, М.П.Вовкотруб та ін.. К.: Вища школа, 1993.-415с.

fppt.com

ПЛАН

1. Ґрунти, субстрати і сорбенти. Гумінові препарати.
2. Інгібітори нітрифікації.
3. Мікробні препарати.
4. Регулятори росту рослин.
5. Хелатні і функціональні добрива.
6. Дефоліанти, десиканти і сеникантиі

fppt.com

1. Ґрунти, субстрати і сорбенти. Гумінові препарати.

Ґрунти, які використовуються для вирощування розсади, квіткових рослин, тощо створюються штучно і не мають аналогів у природі. Проте їх властивості значною мірою успадковані від природних ґрунтів певного регіону. В Поліссі це підзолисті слабокислі ґрунти або торф, у Лісостепу – різні типи чорноземів із нейтральною реакцією, в Степу – чорноземи й каштанові карбонатні ґрунти.

Під час створення ґрунтових сумішей, враховують, що вони мають бути високородючими, зі сприятливими агрофізичними і хімічними властивостями. Нестача кисню в ґрунті важкого гранулометричного складу уповільнює ріст кореової системи, створює дефіцит поживних речовин. На пухкому ґрунті рослини менше страждають як від нестачі, так і від надлишку солей. Ґрунти повинні мати високі ємність поглинання і буферність, щоб утримувати велику кількість мінеральних солей і поступово віддавати їх рослинам. При цьому важливо зберегти ці властивості впродовж тривалого часу, бо наприклад багаторічні квіткові рослини, ростуть на цьому ґрунті тривалий період.

За вмістом органічних речовин ґрунти класифікують так:

- ❖до 10 % – дуже низький,
- ❖10–30 – низький,
- ❖30–60 – середній,
- ❖> 60 % – високий.

За щільністю їх поділяють на

- ➢пухкі – до 0,4 г/см3,
- ➢середні – 0,4-0,7,
- ➢ущільнені – 0,7-1,0
- ➢щільні – понад 1,0 г/см3.

Для нормального розвитку рослин кількість повітря в ґрунті має бути не меншою за 15–20 %, пористість – 50–60 %.

Відповідно до біологічних особливостей окремих культур, для підвищення поживної цінності і поліпшення структури складають субстрати з таких компонентів: дерновий і листковий ґрунт, перегній, торф, пісок.

fppt.com

Дерновий ґрунт має бути дрібногрудочкуватої структури, добре проникної для води і повітря, містити достатню кількість рухомих сполук елементів живлення. *Його заготовляють на ділянках із глинистим або суглинистим ґрунтом і бобово- злаковим травостоєм*. Дуже глинистий ґрунт поліпшують піском, а піщаний – промороженою або прожареною глиною.

Дернину нарізають плугом або заступом пластами 30 × 30 см і завтовшки 6–20 см. Товщина пласта залежить від рослини, яку вирощуватимуть: вимогливу до ґрунту легкого чи важкого гранулометричного складу. Зрізану дернину складають у штабелі пошарово "дернина до дернини". Ширина і висота штабелю – по 150 см, довжина – довільна. Між дерниною складають гній і вапнувальний матеріал, що пришвидшує розкладання органічних речовин і збагачує ґрунт азотом. Протягом літа штабель кілька разів перемішують і поливають водою. На другий рік перемішування продовжують і до осені ґрунт буває готовим. Восени його перевозять у сховище. Подальше перебування його під відкритим небом призводить до втрати пористості і структурності, так як корені перегнивають. Перед використанням дерновий ґрунт просівають крізь сито з діаметром отворів 3-4 см. Дерновий ґрунт має високу питому масу – 1,2-1,5 т/м3. Використовувати його можна протягом 2–3 років. Дерновий ґрунт, як основу суміші, застосовують для горшкової культури деяких літніх квіткових рослин, укорінення живців, які загнивають у перегнійній землі, а також для цитрусових і пальм.

Листковий ґрунт отримують із опалих листків липи, клена, яблуні, груші та інших порід, за винятком дуба і верби, в листках яких містяться дубильні речовини. Це легкий за гранулометричним складом ґрунт зі щільністю 0,4-0,6 т/м3. Листки спочатку згрібають у купи, ущільнюють і поливають водою, щоб пришвидшити мікробіологічні процеси, а потім складають у штабелі для мінералізації впродовж 2 років. На другий рік 2–3 рази перемішують, поливають гноївкою для пришвидшення гниття листків. Під час розкладання листків утворюються кислоти, які уповільнюють процес гниття. їх шкідливий вплив усувають додаванням під час перемішування гашеного вапна з розрахунку 0,5 кг/м3 неперепрілих листків.

fppt.com

Перегній отримують із перепрілого парникового гною, який складають у штабелі й кілька разів за літо перемішують. Застосовують для виготовлення ґрунтових сумішей. Перегній пухкий, легкий, багатий на поживні речовини. Залежно від виду гною перегній може бути важким або легким (кінський гній) зі щільністю 0,5-0,8 т/м3. У чистому вигляді його не застосовують.

Торф складається зі слабкорозкладених рослинних решток. Заготовляють його на верхових і низинних болотах. Торф складають у штабелі заввишки 40–60 см у суміші з гноєм та вапном і витримують упродовж 2 років, періодично перемішують і поливають гноївкою.

Торф'яна земля має невелику щільність – 0,4-0,6 т/м3. Вона здатна поглинати велику кількість вологи, тому поліпшує водно-повітряні властивості ґрунту важкого гранулометричного складу. Торф застосовують разом із піском для укорінення живців, вирощування квітів, висівання дрібного насіння, добавляння до дернового ґрунту для збагачення його органічними речовинами. Під час зберігання торф постійно має бути вологим, бо після пересушування він повільно поглинає воду.

Усі компоненти садового ґрунту зберігають у спеціальних сховищах. З них за потреби готують садову суміш, яка залежно від співвідношення компонентів може бути важкого, середнього або легкого гранулометричного складу. У ґрунтовій суміші важкого складу міститься за об'ємом 3 частини дернової землі, 1 – перегною або листкового ґрунту й 1 частина піску, середнього – по 2 частини дернової і листкової землі (або перегною) й 1 піску, в легкій – одна частина дернової, 3 – листкової землі (або перегною) й 1 частина піску.

fppt.com

СОРБЕНТИ

Найпоширенішими сорбентами, що використовуються в сільському господарстві, є *цеоліти, бентонітові глини та їх різновиди, сапоніти, спучені вермикуліт і перліт (агроперліт) та ін*.

Спучений вермикуліт. *Вермикуліт* – продукт вивітрювання гідрослюди. Це лускуватий залізо-магнієвий шаруватий алюмосилікат, до складу якого входять силіцій, а також агрономічно цінні елементи – магній, кальцій, калій, фосфор і мікроелементи – манган, молібден, мідь, бор, цинк, важкі метали відсутні або містяться у слідових кількостях.

Після термічної обробки за температури 800–1000°С вермикуліт спучується, збільшуючись в об'ємі у 8-10 разів, що забезпечує йому значну внутрішню поверхню та унікальні адсорбційні властивості. Насипна щільність спученого перліту залежить від фракції і становить 100-250 кг/м3, загальна ємність водопоглинення – 400–450% до власної маси, ємність катіонного обміну залежно від фракції – 150–500 смоль/кг. Спучений вермикуліт має низькі щільність, тепло- і звукопровідність, високу термостійкість. Він нетоксичний, хімічно інертний, у ґрунті стійкий.

У відкритому ґрунті його використовують як меліорант, сорбент і добриво на ґрунтах різного гранулометричного складу в чистому вигляді і в сумішках з мінеральними добривами. У процесі експлуатації вермикуліт виділяє в поживний розчин у невеликих кількостях калій і магній. Особливо ефективний вермикуліт на ґрунтах, забруднених радіонуклідами і важкими металами, нітратами. Він знижує надходження в рослину канцерогенів в 1,5–2 рази. Без застосування мінеральних добрив оптимальна доза спученого перліту досить висока і становить до 40 м3/га, а при локальному внесенні разом з мінеральними добривами вона може бути на порядок нижча. Ефективним є використання спученого вермикуліту для вирощування розсади, саджанців, дражування насіння.

Спучений вермикуліт недовговічний, з часом сильно забруднюється кореневими виділеннями і накопичує інфекції. Він подовжує термін використання торфоґрунтів і ґрунтів у 2–3 рази, тривалість дії добрив у ґрунтах – в 1,5–2 рази. Запобігає засоленню і злежуванню ґрунтів, розвитку плісняви, грибів, розмноженню шкідників, підвищенню кислотності ґрунту. Вермикуліт здатний адсорбувати надлишкові поживні речовини.

fppt.com

Агроперліт отримують у результаті спучення за температури 1000–1200^{0}С вулканічного піску з родовищ Закарпаття. Як природний сорбент, він має багато спільних властивостей зі спученим вермикулітом, проте є й відмінності, тому вони вигідно доповнюють один одного. Насипна щільність агроперліту 180–250 кг/м3, ємність водопоглинення – 300 %, ємність катіонного обміну – 40–70 с моль/кг. Цей алюмосилікат містить менше біогенних елементів порівняно з вермикулітом.

Технологія застосування агроперліту у відкритому ґрунті аналогічна як і спученого перліту. За відсутності вермикуліту він може бути повним його замінником для приготування ґрунтосумішей при вирощуванні розсади, для добавляння в ком пости, а також як підстилка для свійських птиці і тварин.

Цеоліти. Ефективність застосування цеолітів як природних гідро алюмосилікатів карстової будови, у структурі яких є порожнини й канали молекулярного розміру, зайняті рухомими катіонами й молекулами води, досить суперечлива.

Ці мінерали діють за принципом молекулярних сит, розділяючи суміші речовин залежно від розмірів їх атомів і молекул. Структурні особливості цеолітів визначають участь в іонообмінному процесі тільки катіонів, в основному, катіонів важких металів. Тому для досягнення необхідної ефективності детоксикації важких металів у ґрунті норма цеоліту має бути не нижчою за 40–50 т/га. У зв'язку з цим застосування цеолітів часто економічно недоцільне й можливе лише у випадку, коли вони є місцевою сировиною (А. І. Фатєєв, В. Л. Самохвалова, 2012).

fppt.com

ГУМІНОВІ ПРЕПАРАТИ

Одним із елементів агротехнологій, які не забруднюють навколишнє природне середовище і дають змогу отримувати високоякісну продукцію, є ***застосування гумінових препаратів як регуляторів росту рослин і добрив.***

Нині виробництво і застосування препаратів із різної природної сировини (вугілля, торфу, сланців) збільшується. Це визначається перш за все їх екологічною безпечністю, фізіологічною активністю, адаптивними та імуномоделювальними властивостями, здатністю зв'язувати в малодоступні або важкодисоційовані сполуки токсичні й радіоактивні елементи. Важливе значення у їх поширенні також має практично необмежена сировинна база, невисока вартість сировини, доступна технологія виробництва.

Гумінові речовини – природні сполуки, які утворюються в процесі гуміфікації рослинних решток у вологому середовищі за недостатнього доступу повітря. Виявляють акумулятивні властивості, тому містять багато макро- і мікроелементів. Це високомолекулярні сполуки різного складу. Точних молекулярних формул гумінових речовин не існує. Враховують лише склад сполук і деякі властивості, тоді як розміщення атомів і атомних груп невідомі.

Гумусові кислоти – це ароматичні сполуки з рухомими електронами та різними функціональними групами при ядрі й бічних ланцюгах. Із цим пов'язана їх здатність до іонного обміну, утворення комплексів, окисно-відновні властивості. Висока активність гумінових кислот також обумовлена фізіологічно активними речовинами, які входять до їх складу. Так, в утворенні торф'яних гумусових кислот беруть участь речовини рослин-торфоутворювачів, а також речовини, синтезовані мікроорганізмами. Деякі з торфоутворювальних речовин є лікарськими і містять різні глікозити, алкалоїди, дубильні речовини, ефірні олії, а мікроорганізми продукують антибіотики, ферменти, вітаміни.

Гумінові речовини в ґрунті і торфі знаходяться в малоактивній формі, так як мають великий набір функціональних груп і реагують з мінеральними компонентами. Однак під час виробництва гумінових препаратів функціональні групи розблоковуються і гумінові кислоти переходять в активну форму.

fppt.com

Механізм дії гумінових сполук на живі організми вивчено недостатньо. Встановлено вплив гумінових кислот на біоенергетичну систему рослинного організму, а також їх фітогормональний ефект. Підвищення енергетичних запасів організму сприяє активізації синтезу білка, який є основним будівельним матеріалом. Під впливом гумінових препаратів змінюється вміст деяких елементів живлення в клітинах рослин, що може сприяти активізації багатьох ферментативних систем. Ці зміни і створюють умови для підвищення стійкості рослин в екстремальних режимах, їх фотосинтетичної здатності.

При використанні гуматів як регуляторів росту рослин фізіологічно активними є не гумінові кислоти, а їх солі з одновалентними лужними металами та амонієм. Це пояснюється тим, що гумінові кислоти не розчинні у воді і не можуть поглинатися рослинами.

Застосування гумінових препаратів сприяє:

- підвищенню врожаю сільськогосподарських культур;
- збільшенню схожості й енергії проростання насіння;
- посиленню коренеутворення й обміну речовин у рослинах, поглинанню і засвоєнню елементів мінерального живлення;
- поліпшенню приживання розсади і рослин при їх пересаджуванні;
- посиленню активності нітратредуктази і, як наслідок, збільшенню опірності рослин хворобам, приморозкам і посусі.

Поряд зі стимулювальним впливом на рослини вони значно інтенсифікують діяльність різних груп мікроорганізмів у ґрунті, в тому числі тих, які беруть участь у мінералізації органічних речовин.

Застосовують гумати трьох видів: гумат натрію, гумат калію і гумат амонію. Гумати калію і натрію готують насиченням сировини відповідно їдким калі і їдким натром. Гумат амонію отримують у результаті оброблення сировини водним розчином аміаку. Гуміновими препаратами обробляють насіння і садивний матеріал, а також обприскують рослини у період вегетації 2–4 рази. Не рекомендується застосовувати гумати разом із препаратами, що містять мідь, алюміній, кальцій. ***Наслідком передозування гумітів*** є призупинення вегетації через блокування обміну речовин на 5–9 діб.

fppt.com

2.Інгібітори нітрифікації.

Інгібітори нітрифікації – це хімічні сполуки, що пригнічують життєдіяльність нітрифікувальних бактерій і забезпечують збереження азоту ґрунту і добрив в амонійній формі. Застосування інгібіторів нітрифікації з аміачними, амонійними й амідними добривами *сприяє підвищенню коефіцієнта використання їх азоту рослинами*. Пригнічуючи процеси нітрифікації, інгібітори знижують втрати азоту внаслідок зменшення вимивання нітратів і виділення газоподібних сполук в атмосферу. Азот при цьому залишається у верхніх шарах ґрунту, що збільшує його доступність для рослин. Тривалість дії інгібіторів нітрифікації залежить від різних чинників (типу ґрунту, його температури, вологості, біологічної активності, кислотності, вмісту органічних речовин, гранулометричного складу, норм і способів внесення добрив та інгібіторів) і в середньому становить 4–8 тижнів.

Ефективність азотних добрив при застосуванні інгібіторів нітрифікації найліпше виявляється в умовах зрошення, в районах надмірного і достатнього зволоження, на ґрунтах легкого гранулометричного складу, де можливі значні втрати азоту внаслідок вимивання з них нітратів. Інгібітори нітрифікації сприяють зниженню надмірної кількості нітратів у кормах і харчових продуктах, дають змогу зменшити кратність внесення азотних добрив і застосування їх в осінній період без зниження ефективності. Поєднання інгібіторів нітрифікації з пізньоосіннім внесенням азотних добрив підвищує їх ефективність, тоді як внесення навесні виправдане лише під культури з тривалим вегетаційним періодом.

Як інгібітори нітрифікації використовують похідні піридинів, пірамідонів, триазолів, ціанамідів тощо. Так, у США і деяких країнах широко застосовують N-Serve нітрапірин (2-хлор-6-трихлорметилпіридин), що затримує перетворення амонійного азоту на нітратний, пригнічує активність нітрифікувальних бактерій Nitrosomonas.

Основним недоліком цього препарату є висока леткість, тому його не можна завчасно вводити до складу твердих азотних добрив, наприклад карбаміду, або наносити на поверхню їх гранул. Водночас такі препарати, як амінотризол, ціанпіримідин, діандіамід, можна вводити до складу твердих азотних добрив або безпосередньо наносити на поверхню гранул.

fppt.com

Нітрапірин – нестійка сполука, що зазнає фотолізу й хімічного розкладання. Він менш токсичний, ніж більшість пестицидів, які нині застосовують. Стійкі проти нього – злакові (за винятком рису), чутливі – двосім'ядольні рослини, зокрема люцерна і соя.

Норми інгібіторів нітрифікації на основі нітрапірину мають становити близько 1 % внесеного азоту, але не більш як 1 кг/га д. р. У зв'язку з високою леткістю інгібітори вносять безпосередньо в ґрунт на глибину 10–16 см. Застосовують дві технологічні схеми внесення інгібіторів нітрифікації. За першою їх вносять у ґрунт разом з добривами в одному агрегаті, за другою – безпосередньо в ґрунт окремо від добрив.

Інгібітори нітрифікації підвищують коефіцієнт використання азоту з добрив на 10–15 % і більше. Втрати азоту з добрив при цьому знижуються в 1,5–2 рази.

fppt.com

3.Мікробні препарати

У сучасних системах землеробства пріоритетними мають бути ***екологічно безпечні природоохоронні технології вирощування сільськогосподарських культур***. У зв'язку з цим дедалі більшого поширення набувають *мікробні препарати на основі агрономічно корисних мікроорганізмів*. Поряд з органічними добривами їм належить важлива роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур і родючості ґрунтів. **Мікробні препарати** – це високоефективні корисні мікроорганізми, які цілеспрямовано поліпшують умови живлення рослин. Крім того, відносно низька вартість, висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього природного середовища зумовлюють їх значне поширення. Так, у країнах Євросоюзу мікробні препарати використовують на третині площ, зайнятих сільськогосподарськими культурами.

На важливе значення корисних ґрунтових організмів у формуванні родючості ґрунту звертали увагу В. В. Докучаєв і П. А. Костичев. У нарисі "До питання про відкриття в російських університетах кафедр ґрунтознавства і вчення про мікроорганізми" В. В. Докучаєв зазначав, що безперечно в ґрунт разом з гноєм вносяться і бактерії, значення яких, мабуть, не менше,ніж удобрювальних речовин. П. А. Костичев у своїх дослідженнях встановив важливе значення мікроорганізмів у формуванні біологічної активності ґрунтів. Він довів, що вони розкладають рослинні рештки, синтезують складні органічні сполуки, в тому числі й біологічно активні речовини, які сприяють розвитку рослин.

Перші спроби використання мікроорганізмів для підвищення врожаю сільськогосподарських культур стосувалися бульбочкових бактерій. Застосовували такий метод: при переході на нову ділянку для вирощування бобових культур насіння перемішували з ґрунтом попередньої ділянки або збирали бульбочки, подрібнювали їх і обробляли насіння. Перший мікробний препарат, що містив культури кількох видів бульбочкових бактерій, був виготовлений наприкінці XIX ст. в Німеччині й отримав назву нітрагін, а процес обробки насіння було названо нітрагінізацією.

fppt.com

Мікробні препарати, що застосовуються в рослинництві, умовно поділяють на групи:

- препарати для оптимізації живлення рослин (на основі азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних мікроорганізмів),
- рістстимулювальні препарати на основі мікроорганізмів – продуцентів біологічно активних речовин, фітогормонів (ауксини, гібереліни),
- препарати для захисту рослин від хвороб і шкідників (фунгіциди, інсектициди та ін.).

Бактерії, що заселяють кореневу систему, утворюють своєрідний біологічний "чохол" – ризосферу і є посередниками між ґрунтом і рослинами у забезпеченні їх поживними речовинами. Саме мікроорганізми перетворюють деякі складні сполуки на прості, доступні для живлення рослин, беруть участь у складних біохімічних процесах, що відбуваються в ґрунті. Вони є основою для виробництва бактеріальних препаратів, які після внесення в ґрунт створюють у зоні кореневої системи осередки корисної мікрофлори. Заселивши кореневу систему (тобто, захопивши екологічну нішу), вони не допускають упродовж тривалого часу хвороботворні мікроорганізми до інфікування рослин. Крім того, бактеризовані рослини значно стійкіші до розвитку і прояву хвороб унаслідок поліпшення їх імунного стану. Позбавлення рослин необхідної мікрофлори може призвести до зниження інтенсивності кореневого живлення до 15 разів (В. В. Волкогон, 2013).

Діяльність корисних мікроорганізмів багатогранна. Особливо актуальним є широке використання здатності мікроорганізмів до засвоєння молекулярного азоту з атмосфери. Це дає змогу вирішити важливу проблему – створення достатньої кількості білка.

Мікробіологічна фіксація атмосферного азоту – екологічно чистий спосіб забезпечення ним рослин. Газоподібний азот становить більшу частину повітря. Так, над кожним гектаром землі його міститься 80 тис. т. Він майже недоступний для більшості вищих рослин. Молекули азоту хімічно інертні, а хімічні зв'язки між його атомами досить стійкі. Потрібні великі зусилля, щоб їх розірвати і фіксувати азот. На відміну від промислових установок, де відновлення молекулярного азоту до аміаку здійснюється за високих температури і тиску, в біологічних система зв'язування газоподібного азоту відбувається за звичайних тиску і температури.

fppt.com

За джерелами доступної енергії азотфіксувальні мікроорганізми умовно поділяють на дві групи: *авто- та гетеротрофи*. **Автотрофи (ціанобактерії і фотосинтезувальні анаеробні бактерії)** мають істотне значення лише на перезволожених ґрунтах, де фіксують до 20–50 кг/га азоту за рік. Проте в природі найпоширеніші гетеротрофні фіксувальні організми. Азотфіксувальну активність у фітоплані – *ризосфері (прикореневій зоні)* і *філосфері (на поверхні листків)* не бобових рослин називають ***асоціативною азотфіксацією***. Експериментально це підтверджено беззмінним вирощуванням небобових культур. При цьому вміст азоту в ґрунті значно не знижується, незважаючи на щорічне вилучення його з урожаєм, тоді як під паром його вміст безперервно зменшується. Першою розпочала роботу в цьому напрямі бразильська вчена ***Ж. Доберейнер (1975)*** із мікроорганізмами, у складі яких переважали бактерії роду Azospirillum. Пізніше було встановлено, що крім азоспірили до групи асоціативних азотфіксаторів належить велика кількість гетеро- й автотрофних бактерій – Achromobacter, Agrobacterium, Arthrobacter, Bacillus, Pseudomonas, Klebsiell та ін. Застосування препаратів на їх основі сприяє зростанню активності азотфіксації в кореневій зоні рослин у 2–3 рази. Звісно, масштаби фіксації атмосферного азоту в ризосфері небобових культур навіть за умов передпосівної бактеризації не можна порівняти з масштабністю цього процесу в агроценозах з бобовими. Продуктивність азотфіксації злаковими культурами може становити лише 20–40 кг/га азоту, що недостатньо для формування повноцінного врожаю. Проте якщо врахувати, що фіксований бактеріями азот надходить безпосередньо до рослин, то його ефективність значно перевищить користь аналогічної дози внесеного в ґрунт азоту мінеральних добрив.

Обсяги фіксації азоту асоціативною мікрофлорою досить значні – 30–40 кг/га азоту за рік.

Нині встановлено процес фіксації азоту ризосферою кукурудзи, пшениці, рису, сорго, а також деякими видами тропічних трав. Відомо понад 200 видів не бобових рослин, в яких відбувається азотфіксація в прикореневій зоні. Таким шляхом, мабуть, відбувається поповнення запасів азоту в ґрунті у більшості природних екосистем.

fppt.com

Українські вчені на чолі з В. П. Патикою виділили з ризосфери деяких сільськогосподарських культур високоактивні штами асоціативних мікробів-азотфіксаторів і на їх основі розробили низку бактеріальних препаратів: ***ризоагрін*** (для оброблення насіння пшениці й рису); ***ризоентерин*** (для передпосівного оброблення насіння ячменю й рису); ***флавобактерин*** (для пшениці, буряку кормового, трав); ***агрофіл*** (для огірка, помідора, перцю, салату та інших овочевих культур).

На поверхні листків рослин також відбувається несимбіотичне гетеротрофне зв'язування мікроорганізмами атмосферного азоту. Внесок його у загальний баланс азотонакопичення в системі рослина–мікроорганізми не перевищує 15%. Найпродуктивнішим є симбіоз бульбочкових бактерій (Rhizobium) з бобовими рослинами. За оптимальних умов біологічна фіксація азоту досягає 300 кг/га і більше за рік.

У зв'язку з великими енерговитратами на виробництво мінеральних азотних добрив, виникає потреба у підвищенні частки біологічного азоту в урожаї сільськогосподарських культур.

У ґрунті полів зазвичай поширені бульбочкові бактерії тих бобових культур, які на них перед цим вирощували. У дуже малих кількостях вони можуть переноситися у мікротріщинах насіння, куди потрапляють з ґрунту за комбайнового збирання врожаю. Здебільшого аборигенні бактерії неактивні або малоактивні. ***Застосування підвищених норм мінеральних добрив і пестицидів негативно впливає на життєдіяльність корисної ґрунтової мікрофлори, зокрема на бульбочкові бактерії***. Тому застосування препаратів бульбочкових бактерій є важливим агротехнологічним заходом для вирощування бобових культур. На нових місцях їх вирощування ефективність бактеризації може сягати 50 і навіть 100 %. Якщо на полі в останні роки вже вирощувалась культура, позитивна дія біопрепарату на формування врожаю зменшується, оскільки частина бульбочок на коренях рослин утворюватиметься за рахунок ґрунтових малоактивних мікроорганізмів. Якість біопрепарату в цьому разі має бути особливо високою.

fppt.com

Бактеріальні препарати розрізняють за препаративною формою: ***сухі, рідкі, желеподібні***. **Рідкі** форми застосовувати простіше і зручніше, але **торф'яні** препарати ефективніші, особливо за сумісного використання з пестицидами, оскільки зменшується площа контакту торф'яної мікрочасточки з насіниною. Форма інокулянту також прямо залежить від типу висівного механізму сівалки: якщо він пневматичний – ліпше застосовувати рідкий препарат.

Сухі препарати виготовляють на основі торфу. Вони забезпечують стабільність і життєдіяльність ризобіальних тканин до 2 років. Залежно від препарату торф'яний субстрат може бути стерильним. Нестерильні інокулянти дешевші й, відповідно, менш ефективні, ніж препарати на основі стерильного торфу. Сухі препарати змішують із зерном вручну безпосередньо у кузові зернонавантажувача або в сівалці перед сівбою. Проте якість такої інокуляції низька, бо дуже важливо рівномірно розподілити препарат по всій масі насіння.

Якість оброблення препаратом підвищується, якщо насіння заздалегідь зволожити. Для цього використовують різні засоби – від совкової лопати, ранцевого обприскувача і бетонозмішувача (для невеликих площ) до механічних протруйників насіння і зернонавантажувачів. Недолік останніх – часткове травмування насіння.

Важливий показник якості бактеріального препарату – штам, який є відселектованою культурою азотфіксувальних бактерій (аналогія сорту в рослинництві). Зазвичай інокулянти містять у своєму складі кілька штамів бактерій. Іншим важливим показником якості препарату є титр. Він відображає кількість життєздатних бактерій в одиниці об'єму препарату (млрд/г або млрд/мл). Цей показник можна перевірити лише в умовах лабораторії. До показників, що впливають на якість препарату, належать термін придатності та умови його зберігання (як передпродажного, так і в господарстві до початку застосування). Для кожного виду бобових рослин характерні свої групи бактерій, які утворюють бульбочки. Тому біопрепарат використовують для оброблення насіння лише тієї культури, назву якої зазначено на упаковці.

fppt.com

Інокуляція насіння бобових культур має бути обов'язковим агротехнологічним заходом. Витрати на його проведення не перевищують 3–5 % отриманого прибутку, а врожайність бобових культур збільшується на 10–15 %. При цьому також значно зменшуються потреби внесення азоту мінеральних добрив.

Для того щоб бульбочкові бактерії працювали найефективніше, їм потрібно створити оптимальні умови життєдіяльності.

1. Симбіоз дуже чутливий до реакції ґрунтового розчину. На кислих ґрунтах бульбочки формуються погано, за винятком бактерій люпину і лядвенцю рогатого. Вапнування є важливим заходом інтенсифікації азотфіксації. Найсприятливіші для функціонування бульбочкових бактерій ґрунти з pH 6,0-7,5.

2. Умови фосфорного і калійного живлення. Нестача калію й особливо фосфору різко знижує інтенсивність азотфіксації. Відомо, що при симбіотичному живленні азотом бобові культури чутливіші до нестачі фосфорного живлення. За низького вмісту рухомих фосфатів у ґрунті ризобії здатні проникати в коріння, але не сприяють утворенню бульбочок. При цьому азот фіксується слабко або його фіксація взагалі відсутня.

Варто також мати на увазі, що рядкове внесення добрив може створити надто високі їх концентрації в зоні коренів і негативно впливати на формування бобово-ризобіального симбіозу. У зв'язку з цим фосфорні і калійні добрива необхідно вносити під зяблевий обробіток ґрунту.

На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менш як 20–50 мг/кг) вносять магнієві добрива з розрахунку 30–40 кг/га MgO.

3. Потрібно створити оптимальні умови для аерації ґрунту і забезпечення його вологою. Бульбочки не утворюються в сухому ґрунті, коли вологість на початку вегетації рослин менша за 50–60 % повної польової вологоємності. Нестача вологи у пізніші фази розвитку може призвести до відмирання бульбочок. Надмірна вологість, за винятком тривалого затоплення, менш шкідлива, ніж нестача вологи. Оптимальний інтервал вологості ґрунту для розвитку бульбочок та азотфіксації знаходиться в межах 60–80 % повної польової вологоємності.

fppt.com

4. Важливо забезпечити потребу рослин у мікроелементах. Найнеобхіднішими є молібден, бор, залізо, кобальт.

5. У ґрунті, де висівається бобова культура, має бути достатня кількість бульбочкових бактерій, специфічних для даного виду. Якщо в ґрунті вони відсутні, насіння потрібно обробляти спеціальними бактеріальними препаратами. Бактеризація зернобобових культур особливо ефективна під час сівби на полях, де їх не вирощували, або після тривалої перерви в їх вирощуванні.

6. При протруюванні насіння його поверхня стає зоною взаємодії бактерій із хімічними сполуками. Токсична дія останніх може значно знижувати ефект бактеризації, тому дозу бактеріального препарату треба збільшити в 2 рази, враховуючи його невисоку вартість.

Слід також пам'ятати, що мікробні клітини у рідких формах препаратів вразливіші до дії пестицидів і агрохімікатів, оскільки сприяють тісному контакту з ними. Менш вразливими є біоагенти торф'яних препаратів і ще менш – гранульовані біопрепарати.

Оскільки рослини на перших етапах взаємодії з бактеріями найвразливіші до впливу пестицидів, то внесення їх у ґрунт небезпечніше, ніж їх застосування по вегетуючих рослинах.

Якщо створити оптимальні умови, то бульбочки, що активно фіксують атмосферний азот, на розрізі ***матимуть рожеве забарвлення***, якщо ж вони набули сірого чи зеленкуватого забарвлення, то азотфіксація в них не відбувається. Симбіотична азотфіксація починається лише у фазу 2–3 листків і досягає максимуму у фази бутонізації – початку цвітіння, а потім сповільнюється до фази наливання зерна.

Потрібно зазначити, що при внесені мінерального азоту рослини починають його засвоювати і бульбочки не утворюються. ***Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації***. ***Проте невисокі стартові дози азотних добрив (20–30 кг/га д. р.) сприяють активнішому розвитку рослин на початку вегетації і зазвичай не знижують, а навіть поліпшують природну властивість бобових культур до симбіозу.***

Використання бактеріальних препаратів має велике агрономічне значення в підвищенні продуктивності бобових культур для сівозміни. Так, після збору врожаю бобових на полі залишаються післяжнивні рештки рослин з високим вмістом азоту. Це не лише сприяє його накопиченню, а й пришвидшує мінералізацію останніх, підвищує доступність елементів живлення та збільшує врожай наступних культур.

fppt.com

4.Регулятори росту рослин.

Значну роль у забезпеченні життєдіяльності рослин відіграють гормони. Вони є посередниками у фізіологічних процесах, так як перетворюють специфічні сигнали навколишнього середовища на біохімічну інформацію.

Гормони рослин (фітогормони) – низькомолекулярні органічні сполуки, які сприяють взаємодії клітин, тканин і органів. Вони необхідні в малих кількостях для активізації й регулювання фізіологічних і морфологічних програм онтогенезу рослин. Ендогенні гормони утворюються в клітинах рослин, екзогенні – використовуються людиною для оброблення рослин або їхніх органів.

Потреба рослин у гормонах зазвичай мала – в межах 10-13–10-5 моль/л, здебільшого вони синтезуються в достатній кількості з амінокислот та органічних кислот в окремих органах рослин і поширюються по всьому рослинному організму, стимулюючи обмін речовин.

Найактивнішими сполуками рослинного походження, які чинять гормональну дію, є ***ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота, брасиностероїди й етилен.***

Ауксини – зазвичай сполуки індольної природи. Вони сприяють поділу клітин, специфічно впливають на швидкість їх подовження, регулюють формування провідних пучків, обумовлюють явища фото- і геотропізму. Ауксини також здатні викликати партенокарпію, гальмувати обпадання листків і зав'язей, активізувати утворення і ріст кореневої системи.

Гібереліни – здебільшого похідні флуоренового ряду. Вони стимулюють поділ і розтягування клітин меристем. Під дією гіберелінів подовжуються листки, квітки і суцвіття, вони значно сильніше, ніж ауксини, посилюють ріст стебел, але майже не впливають на формування кореневої системи, сприяють ліпшому проростанню насіння и переходу рослин довгого дня до цвітіння, утворенню партенокарпічних плодів.

fppt.com

Цитокініни – переважно похідні пуринів. Вони стимулюють цитогенез, проростання насіння, сприяють диференціації бруньок. Крім того, цитокініни сповільнюють процес старіння рослин, підтримують нормальний обмін речовин у пожовклих листках, зумовлюють їх вторинне позеленіння. Мають велике значення в переміщенні поживних речовин до насіння, плодів, бульб, задіяні в синтезі ферменту нітратредуктази, транспорті іонів водню, калію і кальцію.

Абсцизини – це природні інгібітори терпеноїдної природи, які гальмують ріст клітин і не виявляють токсичної дії навіть у високих концентраціях. Вони пришвидшують настання стану спокою у рослин, обпадання листків і плодів (абсцизія), гальмують проростання насіння. Ці фітогормони сповільнюють надмірний ріст стебла, беруть участь у роботі механізму стресу, регулюють рухи продихів.

Брасиностероїди – входять до класу терпеноїдів разом із гібереліна́ми й абснизовою кислотою. Ці гормони нормалізують діяльність імунної системи рослин, особливо в стресових ситуаціях: знижені температури, приморозки, затоплення, посуха, хвороби, дія пестицидів тощо.

Етилен – специфічний гормон, який синтезується з метіоніну в усіх органах рослин, впливає на регулювання їх росту і розвитку. Його використовують для пришвидшення розцвітання квіток. Під дією етилену опускаються листки рослин, що зменшує транспірацію, а вкорочення й потовщення стебла підвищує його стійкість до вилягання. Етилен спричинює старіння тканин, пришвидшує обпадання листків, в'янення квіток, достигання плодів. Зазвичай цей фітогормон подовжує період спокою насіння і бульб, сприяє зміщенню статі рослин у жіночий бік, підвищує синтез білка.

fppt.com

5. Хелатні і функціональні добрива

Створення збалансованого ґрунтованого живлення рослин безумовно є запорукою їх оптимального росту і розвитку. Тому виникає потреба проведення позакореневих підживлень, які дають змогу вплинути на рослини в потрібному напрямі з мінімальними витратами. Нині застосування позакореневих підживлень у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є загальноприйнятим. Зазвичай для цього використовують комплексні добрива, що містять у своєму складі повний набір поживних речовин для проведення корекції живлення рослин у критичні періоди їх розвитку, коли необхідно забезпечити швидке засвоєння елементів. Ці препарати є композиціями макро- і мікроелементів, збагачених комплексом біологічно активних речовин: амінокислотами, гуматами, фітогормонами тощо. Таке поєднання забезпечує істотне підвищення ефективності підживлення рослин, особливо за наявності стресових чинників (заморозки, посуха, незбалансоване живлення тощо). При цьому необхідно проводити кілька підживлень у критичні фази розвитку рослин.

Функціональні добрива – це добрива специфічної спрямованої дії, що містять у своєму складі поживні речовини, за рахунок співвідношення і форми яких вони чинять на рослину певний позитивний вплив крім безпосереднього живлення.

Виділяють групи функціональних добрив, спрямованих на:

1) розвиток певної частини рослин, наприклад кореневої системи;

2) профілактику або боротьбу з різними захворюваннями і (або) шкідниками, наприклад добрива з фунгіцидною дією;

3) зниження шкідливих речовин у плодах (наприклад, нітратів) або збільшення вмісту корисних (наприклад вітамінів, цукрів, білків);

4) поліпшення специфічних механічних властивостей рослин (наприклад, зміцнення стебла проти вилягання, поліпшення механічної міцності газонної трави);

5) адаптацію рослин до різних несприятливих умов, наприклад, надання морозо- та (або) посухостійкості;

6) зміцнення імунітету рослин та їх стійкості до стресів.

fppt.com

Як добрива використовують також комплексонати заліза, цинку, міді, мангану, кальцію і магнію та інших елементів. Лігандами в них переважно є тетраоцтова, етилендіамінді(О-гідроксифеноцтова), гідроксилендіамінтетраоцтова і пентаоцтова кислоти, солі глюконової і глюкопептонової кислот. ***Найперспективнішими для створення комплексонатів мікродобрив є: етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА); діетилентриамінпентаоцтова кислота (ДТПА); дигідроксибутилендіамінтетраоцтова кислота (ДБТА); етилендіаміндибуртинова кислота (ЕДДБ); оксіетилендендифос- фонова кислота (ОЕДФ); нітрилтриметиленфосфонова кислота (НТФ).***

Нині перевагу віддають виробництву мікродобрив на основі ЕДТА (торгова назва Трилон Б), що переважно пов'язано з її доступністю і відносно низькою вартістю. Проте хелатуючі властивості добрив на її основі виявляються лише за pH розчину < 6,5, що потрібно враховувати під час виготовлення робочих розчинів і внесення в ґрунт. Хелатуюча дія, наприклад, етилендіаміни(2-гідроксифеніл) діоцтової кислоти (ЕДОФА) виявляється за pH середовища 3,5–10, але добрива на її основі значно дорожчі. Тому під час виготовлення робочого розчину необхідно враховувати ступінь твердості води. Вона залежить від загальної концентрації іонів Ca^{2+}, Mg^{2+} і Fe^{2+} і зазвичай виражається в частинах на мільйон (ppm). Вода з твердістю < 50 мг/л за властивостями не сильно відрізняється від м'якої, 50–100 – помірно тверда, 100–200 мг/л – тверда.

Для нейтралізації твердої води під час приготування робочого розчину найліпше застосовувати сульфат амонію. Він вирівнює кислотність (pH) води і сприяє проникненню добрива в рослину. Норма сульфату амонію зазвичай складає 2 кг на 100 л води. Спочатку в бак обприскувача добавляють сульфат амонію, перемішують, а потім – добриво. Менш ефективно діє КАС. Можна також добавляти органічні кислоти. Наприклад, 250 г лимонної кислоти на 100 л води за твердості 250 мг/л іонів кальцію.

Добрива у вигляді хелатів вносять у ґрунт та використовують для позакореневого підживлення і вирощування овочів гідропонним способом. Вони розчинні у воді, що полегшує їх застосування, не руйнуються мікроорганізми ґрунту, не вступають у реакції з ґрунтом і не перетворюються на недоступні для рослин сполуки, тому довго зберігаються в ґрунтовому розчині. Крім того, введення комплексонатів у ґрунт дає змогу мобілізувати мікроелементи, що знаходяться в ньому в недоступних для рослин формах.

fppt.com

Хелати значно ефективніші за солі неорганічних кислот. Елементи живлення у вигляді хелатних сполук набагато швидше включаються у фізіологічні процеси і реакції. Коефіцієнт їх засвоєння при позакореневому підживленні сягає 95 %, тоді як із солей неорганічних сполук – 20–30 %. Крім того, солі металів токсичні для рослин при перевищенні дози внесення, а також викликають опіки листків у місцях прямого контакту. Мікроелементи, внесені позакоренево у вигляді хелатів, є профілактичним засобом для запобігання захворюванням і фізіологічним стресам рослин.

Нині у виробництві і застосуванні найпоширеніші композиції для оброблення насіння, позакореневого підживлення рослин, зокрема садків, а також спеціальні композиції з повним набором мікроелементів для тепличних господарств, насамперед гідропонних теплиць, де без цих композицій вирощування рослин просто неможливе.

fppt.com

6. Дефоліанти, десиканти і сениканти

Хімічне регулювання росту і розвитку рослин можна проводити не лише на ранніх етапах онтогенезу і в основні періоди формування врожаю. Урожай деяких культур не встигає достигнути до настання осінньої несприятливої погоди, що призводить до зменшення його кількості і зниження якості. Для пришвидшення достигання в передзбиральний період застосовують агрохімічні препарати: ***дефоліанти, десиканти і сениканти***.

Дефоліація – це штучне передзбиральне видалення листків рослин. Після її проведення хімічними речовинами – дефоліантами поживні речовини переміщуються з вегетативних органів в генеративні – плоди й насіння. За анатомо-фізіологічними ознаками дія дефоліантів подібна до природного обпадання листків. При цьому біля основи черешка листка утворюється віддільний шар клітин, що й обумовлює листопад.

Широко застосовують дефоліанти у виноградарстві для підготовки плантацій до механізованого збирання врожаю, в розсадниківництві – для видалення листків саджанців і на маточниках підщеп.

Найпоширенішими дефоліантами є ціанамід кальцію, хлорат магнію, хлорат-хлорид кальцію.

Десикація – передзбиральне підсушування рослин з метою пришвидшення достигання і поліпшення механізованого збирання врожаю. Для цього застосовують хімічні речовини – ***десиканти*** місцевої (контактної) дії, які обпалюють рослини, не зворотно пошкоджуючи протоплазму, що різко зменшує водоутримувальну здатність клітин і посилює випаровування. Це призводить до швидкого висушування не лише листків, а й стебел без пошкодження достигаючого насіння, коренеплодів і бульб, що поліпшує механізоване збирання врожаю, його переробку, зменшує пошкодження під час зберігання. Десикація особливо ефективна за несприятливої вологої осінньої погоди, високих фонів удобрення і при зрошенні, коли можливе подовження вегетаційного періоду.

Десикацію широко використовують для передзбирального висушування бадилля картоплі. Її застосовують на насіннєвих посівах багаторічних трав, насінниках буряку, соняшнику, сої та інших культурах.

Для проведення десикації можна застосовувати різні речовини, але найчастіше рекомендують хлорат магнію, реглон та ін.

fppt.com

Сеникацію поводять для поліпшення умов достигання зерна. При цьому поліпшуються його насіннєві якості в межах норми реакції генотипу.

Відомо, що на останніх етапах розвитку рослини конкурентні відношення в системі вегетативні органи-плоди зміщуються на користь останніх і пластичні речовини переміщуються до них. Цілеспрямоване регулювання відтоку пластичних речовин із листків і стебел у генеративні органи є важливою ланкою керування продуційним процесом у рослин. Зазвичай пластичні речовини не повністю транспортуються в достигаючі зерна і плоди, значна їх частина залишається у відмираючих вегетативних органах. Тому сеникацію поводять для інтенсивнішого "викачування" зі старіючих листків пластичних речовин. Найбільшого поширення вона набула на зернових культурах.

Сеникація подібна до десикації, але не викликає загибелі листків і стебел, а лише пришвидшує обмін речовин у рослині. Як синекати використовують фізіологічно активні суміші, що складаються з мікронорми гербіциду й азотного добрива (або лише останнього), яка значно посилює гідролітичні процеси в рослинах і є додатковим джерелом азоту. Це по суті пізнє позакореневе підживлення рослин макро- та мікроелементами з метою пришвидшення переміщення пластичних речовин у зерно і плоди, що забезпечує їх якісніше наливання і стислі терміни достигання.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ № 15

ТЕМА: “СИСТЕМА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ”

fppt.com

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.;

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.

4. Агроекологія/ М.М.Городній, А.Г.Сердюк, М.П.Вовкотруб та ін.. К.: Вища школа, 1993.-415с.

fppt.com

ПЛАН

1. Суть, завдання і принципи складання системи удобрення.
2. Особливості зональних систем удобрення.
3. Способи, прийоми, строки і техніка для внесення добрив.
4. Планування, розподіл і встановлення норм і доз добрив.
5. Агрохімічні та фізіолого-екологічні основи системи удобрення.

fppt.com

1. Суть, завдання і принципи складання системи удобрення

Ефективність добрив забезпечується застосуванням їх з урахуванням певних ґрунтових і кліматичних умов, особливостей живлення культур, видів сівозмін, агротехнології, складу і властивостей добрив, норм, строків і способів внесення та багатьох інших чинників. Ці обставини зумовлюють необхідність переходу від удобрення окремих культур до системи застосування добрив у сівозмінах (або іншого агроценозу) в кожному господарстві. **Система удобрення** – один з основних компонентів (ланок) системи землеробства поряд з системою обробітку ґрунту, веденням сівозмін, захисту рослин від шкідливих організмів тощо. Вона складається з:

1) системи застосування добрив у господарстві;
2) системи удобрення в сівозміні або на іншому об'єкті застосування добрив (на луках, пасовищах, у багаторічних насадженнях, захищеному ґрунті тощо);
3) систем удобрення окремих культур сівозміни, складених з оптимальних норм, форм, строків і способів внесення добрив.

fppt.com

Однак це не проста сума добрив, які вносять під окремі культури сівозміни, а складна взаємодія біологічних і фізіологічно-біохімічних факторів рослин з фізичними, фізико-хімічними і біологічними факторами ґрунту при одночасному впливі людини на умови росту і розвитку рослин.

Система удобрення – це багаторічний план застосування добрив у господарстві, що забезпечує раціональне й ефективне їх використання. Вона розрахована на планомірне довгострокове застосування добрив у сівозмінах з метою вирівнювання родючості окремих полів, подальшого піднесення інтенсифікації землеробства та охорони навколишнього середовища.

Розробляючи систему удобрення, слід керуватись такими положеннями, що вона повинна:

- ***забезпечувати*** стале підвищення врожайності і поліпшення якості продукції всіх культур сівозміни при одночасному поліпшенні родючості ґрунту;
- ***використовувати*** місцеві добрива для удобрення культур сівозміни, дотримуючись при цьому збереження в чистоті навколишнього середовища;
- ***створювати*** найкращі умови живлення провідних культур сівозміни під час внесення добрив. Створення відповідно до біологічних вимог умов живлення сільськогосподарських культур досягають пошаровим внесенням добрив під час оранки ґрунту (*основне внесення*), перед сівбою під культивацію (*припосівне*), під час сівби в рядки (*стартове*), в процесі росту та розвитку рослин (*підживлення*);
- ***застосовувати*** добрива в оптимальних нормах і співвідношеннях елементів живлення, найефективніших для даної культури в умовах господарства при оптимальному поєднанні окремих їх форм і видів щодо фаз росту і розвитку відповідних культур;
- ***впроваджувати*** заходи, спрямовані на поліпшення виробничих властивостей ґрунтів, усунення надмірної кислотності, збагачення їх органічними речовинами тощо. Найвища ефективність добрив досягається на фоні високої культури землеробства, без якої не можна одержати належної віддачі від впровадження системи удобрення.

fppt.com

- використовувати результати науково-дослідних установ, практичний досвід передових господарств та дані агрохімічного обстеження полів господарства, для якого розробляється система удобрення;
- розроблена система удобрення повинна сприяти вирощуванню запланованих врожаїв усіх культур сівозміни з високими показниками якості і найменшими затратами праці та матеріальних засобів на одиницю продукції при одночасному підвищенні продуктивності праці.

Система удобрення як комплекс заходів складається з урахуванням багатьох чинників, основні з яких такі:

- система удобрення в сівозміні, багаторічних насаджень та інших с.-г. угідь;
- система накопичення, підготовки і внесення добрив;
- система заходів з охорони навколишнього природного середовища;
- річний і календарний план застосування добрив.

Мета системи застосування добрив у господарстві – раціональне використання добрив та охорона навколишнього природного середовища.

До комплексу заходів належать:

- накопичення, закупівля, зберігання та облік добрив;
- вапнування кислих та гіпсування солонцевих ґрунтів;
- контроль за дією добрив, облік їх агрономічної та економічної ефективності.

Кількісно система застосування добрив у господарстві характеризується обсягом органічних (у тоннах) та мінеральних (у кілограмах д. р.) добрив у розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь.

Систему застосування добрив у господарстві якісно характеризують показники агрономічної та економічної ефективності внесення добрив. **Про рівень агрономічної ефективності** роблять висновок за окупністю приростом урожаю всіх культур в господарстві (в перерахунку на зернові одиниці) 1т органічних і 1 кг д. р. мінеральних добрив (сума NPK). **До показників економічної ефективності** належать умовно чистий прибуток з 1 га та окупність витрат пов'язаних із **застосуванням добрив.**

ippt.com

Сівозміна *– це штучна фітоасоціація, по суті агробіотехнологічний цех з отримання продукції рослинництва. Для неї характерні сильно порушені потоки елементів живлення та органічних речовин. Тут не відбувається природний сукцесійний процес і ведеться активна йому протидія. В силу цього теоретично неможливо створити саморегульовану систему, в якій би ідеально забезпечувалася висока постійно зростаюча продуктивність культур за нижньої межі оптимального рівня застосування мінеральних добрив з одночасним збереженням харчової цінності отриманої продукції для людини.*

Система удобрення в сівозміні – це багаторічний план застосування добрив у сівозміні з урахуванням родючості ґрунту, біологічних особливостей культур, складу і властивостей добрив.

Сівозміна має велике значення для системи удобрення. Різні сільськогосподарські культури істотно різняться за потребою в елементах живлення. Чергування культур у сівозміні забезпечує продуктивніше використання поживних речовин ґрунту і добрив.

Під час розробки системи удобрення в сівозміні необхідно враховувати склад і агрохімічні властивості добрив: форму діючої речовини, їх розчинність і доступність елементів живлення, особливо взаємодію добрив з ґрунтом, а також вплив добрив на агрохімічні характеристики ґрунту. Важливою умовою є післядія добрив, від якої залежать норми внесення добрив під наступні культури сівозміни. Особливо велика післядія фосфорних та органічних добрив.

Сумісне застосування органічних і мінеральних добрив є одним з основних положень системи удобрення. Зазвичай їх поєднання переважає за своєю ефективністю дію цих добрив, внесених окремо в еквівалентних кількостях, що пояснюється мікробіологічною діяльністю в ґрунті. Також зменшується закріплення фосфору мінеральних добрив у вигляді важкорозчинних сполук.

При правильному чергуванні культур і менших нормах внесення добрив урожаї вищі порівняно з монокультурою.

За тривалого застосування добрив у сівозміні потреба в азотних добривах збільшується, а фосфорних і калійних – зменшується.

fppt.com

Найбільша ефективність добрив виявляється на фоні високої культури землеробства, тобто із застосуванням усього комплексу агротехнологічних заходів. Роль агротехнології зростає з підвищенням норм внесення добрив. **Слід також пам'ятати:**

- високими нормами добрив не можна компенсувати невиконання або неякісне виконання деяких агротехнологічних заходів;
- органічні та мінеральні добрива за тривалого їх застосування стають приблизно однаково ефективними;
- важливо враховувати попередники, їх удобрення, зокрема органічними, фосфорними і калійними добривами;
- потрібно здійснювати постійний контроль за відтворенням родючості ґрунту, балансом елементів живлення і гумусу в ґрунті з урахуванням вимог культур сівозміни і реалізації потенціалу їх продуктивності;
- треба сприяти підвищенню продуктивності праці під час застосування добрив;
- слід постійно виконувати зростаючі вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища під час застосування агрохімікатів.

fppt.com

2. Особливості зональних систем удобрення

В усіх природно-кліматичних зонах України важливою умовою для складання системи удобрення є спеціалізація господарства, типи сівозмін і склад їх культур. Максимальні врожаї забезпечуються за відповідного чергування культур на полі (культурообіг) або в сівозміні. В сівозміні виявляється післядія добрив, що сприяє зростанню врожаїв наступних культур і родючості ґрунту.

Ґрунти зони Полісся – підзолисті, дерново-підзолисті й сірі лісові. Дерново- підзолисті ґрунти мають кислу реакцію, низький уміст гумусу (1-2,5 %) і рухомих сполук елементів живлення. Сірі лісові ґрунти містять 3–4 % гумусу, мають слабкокислу реакцію і низьку забезпеченість фосфором і калієм. У цій зоні достатня або надмірна забезпеченість сільськогосподарських культур вологою і недостатня або помірна теплом. Це створює сприятливі умови для ефективної дії добрив.

Обов'язковою умовою ефективної системи удобрення нечорноземних ґрунтів є ***вапнування***. Для цього визначають місце першочергового його проведення і норми вапняних добрив. Максимальну ефективність органічні й мінеральні добрива виявляють за нейтральної і слабкокислої реакції ґрунту.

Іншим важливим завданням є – оптимальне поєднання органічних і мінеральних добрив у сівозміні з метою підтримання бездефіцитного балансу гумусу. Органічні добрива насамперед вносять під просапні культури (коренеплоди, картоплю, кукурудзу на силос та ін.); під покривні культури з підсіванням трав, які в наступні роки використовуватимуть післядію органічних добрив; на легких за гранулометричним складом ґрунтах.

Мінеральні добрива вносять насамперед під овочеві й технічні культури (льон, буряк цукровий та ін.), які найповніше їх окуповують, а також під картоплю, зернові культури. Крім того, достатню увагу приділяють удобренню культурних луків і пасовищ. Підвищені норми мінеральних добрив вносять на провапнованих ґрунтах або з близькою до нейтральної реакцією середовища ділянках з регульованим водним режимом.

fppt.com

Система удобрення деяких культур сівозміни в зоні дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів складається з основного, передпосівного внесення та підживлення, за винятком невисоких доз (30-40 кг/га) під посів озимих культур. Роздрібне внесення **азотних добрив** у цій зоні підвищує ефективність їх використання.

Всі культури, що вирощуються в зоні, потребують **фосфорних добрив**, а озимі – весняного підживлення азотними добривами. Ефективним є рядкове удобрення, зокрема за недостатньої кількості внесення добрив в основне удобрення і на бідних ґрунтах. Для цього використовують суперфосфати, амофос та інші складні добрива.

Калійні добрива застосовують перш за все під картоплю, овочеві культури, льон, силосні.

Підживлення культур переважно проводять азотними добривами. Насамперед це стосується озимих культур, які вийшли із зими, та багаторічних трав, які в травостої мають найменше бобових. ***Підживлення фосфорними і калійними добривами проводять лише за умови недостатнього їх внесення в основне удобрення.*** При цьому ефективніше їх внести в ґрунт у міжряддя культур (овочевих, буряку цукрового та ін.)

У сівозмінах на ґрунтах легкого гранулометричного складу значну увагу приділяють посівам бобових культур, особливо люпину, сераделі (на корм, зерно, зелене добриво). Під них вносять достатню кількість фосфорних і калійних добрив, що сприяє поліпшенню фіксації атмосферного азоту.

У зоні дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів досить ефективним є застосування мікроелементів, зокрема після внесення високих норм мінеральних добрив, проведення вапнування та недостатньої кількості внесених органічних добрив. Високу ефективність мають борні, мідні, кобальтові та молібденові добрива.

fppt.com

Ґрунти зони Лісостепу мають найбільше сільськогосподарське значення. Тут переважають чорноземи типові і вилужені. В північній частині зони поширені чорноземи опідзолені і сірі лісові ґрунти. У зв'язку з інтенсивним використанням цих ґрунтів у землеробстві баланс елементів живлення в них характеризується високим дефіцитом, що призводить до зниження родючості й погіршення фізико-хімічних властивостей.

Клімат сприятливий для вирощування більшості сільськогосподарських культур, особливо озимих, кукурудзи, бобових, буряку цукрового. Сума активних температур становить 2200-2600°С, а опадів за рік випадає 500-650 мм.

Чорноземи достатньо забезпечені гумусом (3,5-5,5 %), сірі лісові ґрунти – до 3 %. Реакція ґрунтового розчину в чорноземах слабкокисла і дуже слабкокисла, а сірі лісові мають pH < 5,5. Ґрунти слабко забезпечені рухомими сполуками фосфору і ліпше – калієм, що відповідно позначається на ефективності внесення фосфорних і калійних добрив.

Для реалізації потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур ґрунти цієї зони потребують середньорічного внесення 200-250 кг/га елементів живлення органічних і мінеральних добрив. У сівозмінах оптимальні норми добрив першочергово вносять під буряк цукровий, соняшник, кукурудзу на зерно і силос, озимі зернові культури. Під ярі зернові, зернобобові і круп'яні культури, які використовують післядію добрив, внесених під попередник, застосовують невисокі норми добрив або лише рядкове удобрення.

У сівозміні важливо правильно обрати місце внесення гною. З урахуванням післядії у 8– 10-пільній сівозміні його вносять 2 рази за ротацію, в 4–6-пільній – достатньо одного разу. Найліпше гній застосовувати під попередники озимих, безпосередньо під озимі, які висівають після чистого пару, або під буряк цукровий, кукурудзу, овочеві культури та ін. Оптимальну норму внесення гною (30–40 т/га) не слід ні перевищувати, ні занижувати. **У першому випадку буде удобрено меншу площу, в другому – не вдається досягти рівномірності розподілу гною по поверхні поля, крім того, значно збільшуються витрати на його внесення.**

ippt.com

В **основне удобрення**, з осені, азотних дорив не вносять, за винятком озимих культур після гірших попередників. У цій зоні досить поширене внесення добрив під передпосівну культивацію, але ефективність його, порівняно з основним нижча. Підживлення сільськогосподарських культур проводять лише азотними добривами в рекомендованих нормах та в оптимальні для кожної культури строки. Особливо ефективні підживлення озимих культур.

У системі удобрення сільськогосподарських культур на темно-сірих і сірих лісових ґрунтах та чорноземах опідзолених і вилужених один раз за ротацію сівозміни потрібно передбачити ***проведення вапнування***. Найліпшою культурою на полі для внесення вапняних матеріалів є буряк цукровий. Для цього можна використовувати відходи цукрового виробництва – дефекат.

Як у зоні Полісся, так і в зоні Лісостепу часто виявляється сильна дія мікродобрив, які містять бор, молібден, мідь, манган, цинк та ін. Застосовують їх з урахуванням біологічних потреб сільськогосподарських культур і даних агрохімічного обстеження ґрунтів у полях сівозміни.

fppt.com

У зоні Степу ґрунти переважно чорноземи і каштанові. Вони мають нейтральну реакцію, тому не потребують вапнування.

У системі удобрення в степових районах має переважити основне удобрення, яке застосовують під зяблевий обробіток ґрунту. Це забезпечує розміщення добрив у шарі ґрунту з гарантованим зволоженням, що підвищує доступність елементів живлення для рослин.

У степових районах вологозабезпеченість є основним лімітуючим чинником для формування врожаю. Тому заходи, спрямовані на накопичення і збереження вологи, підвищують ефективність добрив. У свою чергу, добрива сприяють ефективнішому використанню вологи на створення врожаю. За оптимального удобрення витрати води на створення одиниці сухої речовини рослин знижуються на 15–20 %. Потрібно враховувати, що фосфорні та калійні добрива, внесені в основне удобрення, мають значну післядію на наступні культури. Іноді їх післядія перевищує ефект прямої дії. Це значно збільшує ефективність добрив, що потрібно враховувати під час розрахунку їх окупності. Оскільки основне удобрення можна застосовувати один раз на 2–3 роки, особливу увагу потрібно звертати на рядкове удобрення всіх культур.

Підживлення сільськогосподарських культур у цій зоні малоефективне, за винятком зрошуваних земель та озимих культур.

fppt.com

3. Способи, прийоми, строки і техніка для внесення добрив

Основне завдання технології внесення добрив – забезпечити для рослин оптимальні умови живлення впродовж усієї вегетації. При цьому розрізняють три прийоми внесення добрив: основне (допосівне, передпосівне), припосівне (рядкове) і підживлення (післяпосівне).

При виборі прийому внесення добрив важливо ***враховувати потребу культур в елементах живлення*** за фазами росту й розвитку та можливість розміщення їх у зоні найбільшої доступності для кореневих систем рослин. На вибір прийому внесення добрив значно впливають властивості самих добрив, їх взаємодія з ґрунтом, рухомість у ґрунтовому розчині, наявність у добривах баластних речовин та відношення до них сільськогосподарських культур.

Під час вибору строків, прийомів і способів внесення добрив за мету ставлять вирішення таких завдань: створити умови максимальної доступності для рослин елементів живлення з добрив; забезпечити їх елементами живлення впродовж усієї вегетації й особливо у критичні періоди (найбільшої потреби в елементах живлення); звести до мінімуму втрати добрив від вимивання, ерозії та звітрювання; зменшити перехід елементів у ґрунті в недоступні для рослин форми. Крім того, потрібно враховувати особливості розвитку кореневої систем рослин по шарах ґрунту та особливості їх зволоження впродовж вегетації.

Добрива мають знаходитися в зоні функціонування коренів рослин і водночас не переходити в ґрунті в недоступні форми. У раз глибокого заробляння у вологий орний шар вони залишаються доступними для рослин упродовж усієї вегетації. На ґрунтах легкого гранулометричного складу добрива потрібно заробляти глибше.

fppt.com

Азотні добрива (нітрати) можуть вимиватися, що негативно впливає на навколишнє природне середовище. Це явище найпоширеніше в умовах достатнього зволоження на ґрунтах легкого гранулометричного складу та на парових полях.

Вимивання нітратів характерне для пізньої осені та ранньої весни, зокрема на полях, не зайнятих рослинами. Тому важливо правильно обрати строки внесення азотних добрив, врахувавши, що найбільше азоту вимивається з нітратних їх форм. По можливості потрібно скорочувати час від їх внесення до початку сівби чи періоду інтенсивного засвоєння рослинами.

За поверхневого або мілкого внесення твердих амонійних і амідних добрив втрати азоту внаслідок звітрювання аміаку залежать від їх доз внесення, кислотності й вологості ґрунту. Так, якщо за поверхневого внесення високих норм карбаміду втрачається 30 % і більше азоту, то за використання аміачної селітри і сульфату амонію – втрати не перевищують 1-3%.

fppt.com

Фосфорні добрива навіть на ґрунтах легкого гранулометричного складу зберігаються у місцях їх внесення і майже не мігрують по профілю ґрунту. **Калій** на таких ґрунтах може частково вимиватися.

На ґрунтах важкого гранулометричного складу за осіннього внесення ступінь закріплення фосфору і калію майже однаковий. За мілкого заробляння добрив унаслідок дуже слабкої рухомості в сухому ґрунті вони не використовуватимуться рослинами. Після підживлення культиватором-рослинопідживлювачем фосфорні й калійні добрива також часто потрапляють у сухий шар ґрунту і дають менший ефект, ніж при зароблянні плугом до початку сівби в зону розміщення основної маси коренів рослин.

Отже, добираючи прийоми, строки, способи і технологію внесення добрив, можна значно підвищити їх оплату приростом урожаю культур та поліпшити якість рослинницької продукції.

fppt.com

Основне (передпосівне) внесення добрив проводять до початку сівби з метою забезпечення стабільного живлення рослин упродовж усього періоду вегетації. При цьому вносять гній та інші органічні добрива, зазвичай більшу частину загальної норми мінеральних добрив восени або навесні залежно від ґрунтово-кліматичних умов, форм добрив, їх наявності та інших причин.

Основне внесення фосфорних і калійних добрив проводять восени під зяблевий обробіток ґрунту, щоб добрива потрапили в шар ґрунту з гарантованим зволоженням, де розміщена основна частина кореневих систем рослин.

Строки основного внесення добрив залежать від типу, гранулометричного складу і вологості ґрунту та властивостей добрив. Азотні добрива зазвичай вносять навесні, щоб зменшити втрати азоту. їх найчастіше заробляють культиваторами, оскільки нітратний азот перемішується по профілю ґрунту з опадами.

На ґрунтах середнього і важкого гранулометричного складу рідкі аміачні добрива (аміак безводний і водний) можна вносити восени під глибоку культивацію, коли середньодобова температура ґрунту нижча за 10 °С. При цьому процеси перетворення азоту в ґрунті сповільнюються і він не втрачається.

Калійні добрива вносять навесні лише за достатнього зволоження на ґрунтах легкого гранулометричного складу або під час переорювання зябу.

Гній і компости вносять під оранку зябу або навесні. Весняне внесення їх практикують, якщо за зиму вони накопичилися в господарстві. Ці добрива застосовують на ґрунтах легкого гранулометричного складу, на яких переорюють зяб, зокрема для підготовки ґрунту під просапні культури. При цьому також можна вносити мінеральні добрива. В таких умовах високий ефект від добрив, внесених навесні до початку сівби, дає їх заробляння культиватором.

fppt.com

Припосівне (рядкове), або присадивне, удобрення застосовують для задоволення потреб рослин в елементах живлення у перший період їх росту і розвитку. Це перший обов'язковий прийом внесення мінеральних добрив під усі культури в усіх ґрунтово-кліматичних умовах. Під час сівби насамперед вносять переважно легкорозчинні фосфорні добрива, оскільки фосфор потрібний для живлення рослин у перші дні життя.

Припосівне внесення добрив завжди проводять локально, що значно підвищує їх використання. Так, за рядкового внесення суперфосфату гранульованого під зернові культури використання фосфору становило 40–60 %. При цьому врожайність зерна підвищувалася на 1,5–3 ц/га за окупності 1 кг P_2O_5 12–15 кг зерна.

Сучасні комбіновані сівалки дають змогу одночасно з висіванням насіння вносити добрива локально у вигляді стрічки збоку на відстані 2–3 см, інколи з використанням однієї стрічки добрив для кожної пари посівних рядків. При цьому насіння від добрив відділяється прошарком ґрунту, оскільки під час проростання насіння молоді проростки дуже чутливі до підвищеної концентрації солей у ґрунтовому розчині. Вертикальний шар ґрунту, який відділяє насіння від добрив, має бути щонайменше 5 см. Розміщення добрив збоку від посівного рядка на відстані 2 см удвічі ефективніше, ніж їх розміщення глибше від насіння на 2 см. Чутливість проростків дрібнонасінних рослин зазвичай вища порівняно з крупно- насінними.

fppt.com

Хімічний склад і концентрація ґрунтового розчину – один із постійно діючих на висіяне насіння і сходи чинників. Насіння в ґрунтовому розчині набухає повільніше, ніж у чистій воді. Хімічний склад і концентрація солей у розчині визначають кількість пророслих насінин і сходів. Рослини найчутливіші до наявності в ґрунті солей і реакції ґрунтового розчину в фазу проростання і появи сходів. Навіть рослини-галофіти в цій фазі високочутливі до засолення.

Солечутливість різних культур неоднакова. Так, серед зернових культур найбільш солечутливою є ***кукурудза***. Далі в порядку зменшення солестійкості йдуть рис, пшениця, ячмінь, сорго. В межах кожної культури спостерігається сортова відмінність. Тому в рядки потрібно вносити "м'якші" добрива – вапняно-аміачну селітру замість аміачної селітри, сульфат калію замість калію хлористого. Вапняно-аміачна селітра чинить меншу підкислювальну дію на ґрунт, а сульфат калію – має менший показник сольового опіку рослин, ніж калій хлористий.

Реакція ґрунтового розчину на проростання насіння впливає менше. Наприклад, кукурудза, ячмінь, пшениця добре проростають за pH 3–10, але оптимальним для появи сходів є pH 6–7. На кислих і лужних ґрунтах спостерігається значне пригнічення росту та загибель проростків і сходів. Це відбувається у результаті того, що в кислому й лужному середовищах у проростках змінюється показник pH клітинної плазми, порушується структура білків, активність і спрямованість дії ферментів не тільки на момент проростання насіння, а й у наступні фази розвитку рослин. Якщо ж у момент проростання насіння помістити в середовище зі сприятливішими умовами pH, рослини нормально розвиватимуться навіть за різкого відхилення реакції ґрунтового розчину в наступний період.

Отже, важливо, щоб добриво не контактувало з насінням. Проведення меліорації невеликого об'єму ґрунту в зоні розміщення насіння, а також його дражування сприяють підвищенню продуктивності рослин. На жаль, нині мало проводиться досліджень з цього питання.

fppt.com

Як уже зазначалося, найчастіше в рядки вносять фосфорні добрива, рідше – азотні, а калійні добрива не дають ефекту (за винятком калієфільних культур) і навіть можуть пригнічувати посіви, зокрема дрібнонасінних рослин. Доцільність припосівного внесення того чи іншого виду добрив визначають з урахуванням родючості ґрунту і доз добрив, внесених у передпосівне удобрення. Навіть на ґрунтах з високим умістом фосфору та значною їх фосфатфіксувальною здатністю рядкове удобрення необхідно проводити. Це важливо для раннього етапу розвитку рослин.

Присадивне удобрення застосовують під картоплю, розсаду овочевих та інших культур і використовується ними триваліший період, зокрема за достатньої вологості верхнього шару ґрунту. При цьому потрібно вносити невисокі норми добрив. Якщо під зернові й зернобобові доза становить 10–20 кг/га P_2O_5, то під картоплю і помідор при внесенні в гнізда або борозни їх дозу можна збільшити до 20–30 кг/га. Для культур, чутливих до високих концентрацій ґрунтового розчину (кукурудза, трави, льон, морква, цибуля, огірок та ін.) норма припосівного удобрення має не перевищувати 10 кг/га д. р. У разі збільшення дози добрива підвищується концентрація ґрунтового розчину та його осмотичний тиск, що може призвести до зрідження (і навіть до загибелі) посівів та зниження їх загальної продуктивності.

Припосівне удобрення, розраховане на початковий період живлення рослин, має велике значення для всього подальшого їх життя. За сприятливих умов живлення молоді рослини формують потужнішу кореневу систему, швидше розвиваються і легше переносять тимчасову посуху, менш ушкоджуються шкідниками та вражаються хворобами, ліпше пригнічують розвиток бур'янів. ***Для припосівного внесення застосовують суперфосфати і складні добрива (амофос, діамофос, амофосфат, нітроамофоску та ін.). Недоцільно вносити суміш однокомпонентних добрив, оскільки вони можуть розшаровуватися, зволожуватися, що ускладнює їх висівання.***

fppt.com

Підживлення проводять для задоволення потреб рослин (найчастіше в азоті, іноді в калії) у період інтенсивного росту, коли вони поглинають багато елементів живлення. Значення цього агрозаходу для всіх культур зростає на зрошуваних землях, ґрунтах легкого гранулометричного складу з підвищенням вологозабезпеченості ґрунтів і тоді, коли в основне удобрення внесли недостатню кількість добрив або їх взагалі не вносили. Підживлення є прийомом, який доповнює або поліпшує дію основного удобрення. Особливо ефективне ранньовесняне підживлення азотними добривами озимих культур.

За високих норм внесення добрив під просапні культури (буряк, кукурудзу, картоплю, соняшник та ін.), зокрема на ґрунтах легкого гранулометричного складу за достатнього зволоження, доцільно частину їх вносити для підживлення. За середніх норм внесення добрив це робити недоцільно. Ефективність підживлення рослин значно залежить від глибини заробляння добрив та вологості ґрунту впродовж вегетації.

Овочеві, кормові та просапні культури у цих самих умовах, разом з азотними можна підживлювати калійними і фосфорними добривами, а під кормові й просапні – вносити рідкі органічні добрива (гноївку, пташиний послід та ін.), особливо тоді, коли загальна норма їх висока.

Для підживлення застосовують легкорозчинні форми добрив. Вносять їх на поверхню ґрунту врозкид (підживлення озимих, багаторічних трав, сіножатей і пасовищ) або в міжряддя просапних і овочевих культур (з наступним зароблянням під час міжрядного обробітку ґрунту), або культиваторами-рослинопідживлювачами.

В умовах недостатнього зволоження переносити частину норми з основного удобрення для підживлення як з агрономічного, так і з економічного погляду недоцільно.

fppt.com

Позакореневі (листкові) підживлення є обов'язковою умовою отримання врожаїв, близьких до біологічного потенціалу рослин, і зазвичай включені в усі сучасні технологічні схеми. Проте воно в жодному разі не замінює основне внесення добрив чи фертигацію. Так, через листки яблуня може засвоїти лише 25 % бору, зернові – 10 % магнію і буряк цукровий – 3 % калію від загальної потреби. Позакореневі підживлення найефективніші на добре окультурених ґрунтах і за високих норм внесення добрив, де обмежувальним чинником росту продуктивності культур може бути один з макро- чи мікроелементів. Рослини засвоюють основну кількість елементів живлення через пристосовану для цього кореневу систему. Добре забезпечення рослин елементами живлення на початку вегетації таким шляхом сприяє в подальшому їх високопродуктивному типу розвитку.

fppt.com

Позакореневе підживлення необхідне в таких випадках:

1) як доповнення до основного удобрення за нестачі елементів живлення або низького рівня засвоєння їх із ґрунту (перезволоження, посуха, низькі температури, порушення оптимального співвідношення та антагонізм іонів, високий і низький рівні pH розчинів ґрунтового середовища);

2) при порушенні нормального функціонування кореневої системи (ущільнення ґрунту, слабка його аерація, низькі температури, пошкодження кореневої системи рослин шкідниками і хворобами);

3) у фазу максимальної потреби рослин в елементах живлення, коли їх засвоєння відстає від темпів росту рослин, що особливо часто спостерігається за прохолодної погоди;

4) для подолання стресу рослинами (під час інтенсивного росту, за невідповідності властивостей ґрунту потребам рослин, за поганих погодних умов – посуха чи надмірне зволоження, температурний режим);

5) одночасно із засобами захисту рослин (для поліпшення якості робочого розчину і стану рослин унаслідок зняття стресу від дії засобів захисту);

6) для стимулювання засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту;

7) для підвищення якісних і кількісних показників урожаю.

fppt.com

У багатьох випадках позакореневе підживлення має низку переваг над кореневим.

1. Дає змогу в потрібний час забезпечити рослини необхідними речовинами, при чому доставити поживу в органи, які їх потребують. Цей шлях засвоєння елементів живлення значно коротший, ніж через кореневу систему (азоту, калію і сірки – у 4–6 разів; фосфору – в 20, мангану – в 30, магнію – в 7, заліза – в 100 разів. Такі елементи, як фосфор, сірка, бор, на відміну від азоту, калію, молібдену та інших, у випадку їх нестачі не можуть переміститися зі старих нижніх листків до молодих ростучих органів, тому на пізніх етапах розвитку рослин може виникати голодування. Листковими підживленнями, на відміну від ґрунтових, можна миттєво ліквідувати проблему. Також через листки можна внести вже готові амінокислоти, полісахариди, вітаміни, що позбавить рослину від необхідності витрачати енергію на їх утворення внаслідок розщеплення складних сполук. Це особливо актуально під час будь-якого стресу в рослин, коли гальмуються процеси обміну речовин.

2. Елементи живлення, внесені в ґрунт, рослинами засвоюються далеко не повністю (азот – близько 50 %, фосфор – 25, калій – 65 %). Частина їх перетворюється на недоступні для рослин сполуки. Цього не відбувається при позакореневому підживленні.

3. Позакореневе підживлення можна проводити в різні періоди росту і розвитку рослин.

4.У періоди з малою кількістю опадів ефективність кореневих підживлень низька, оскільки добрива вносяться в сухий ґрунт.

fppt.com

При позакореневих підживленнях можна легко досягти рівномірного розподілу добив. Виняткове значення це має для мікроелементів, які застосовуються в малих дозах.

За стресових ситуацій (нестача вологи, низькі температури, приморозки тощо) засвоєння елементів живлення кореневою системою є недостатнім, що уповільнює ріст і розвиток рослин. Часто критичний стан настає під час інтенсивного наростання вегетативної маси рослин, коли в ґрунті зменшуються запаси доступних сполук елементів живлення, а їх поповнення відстає від темпів розвитку рослин. Особливо часто це спостерігається під час посушливої погоди. У цьому разі поліпшити живлення рослин можна за допомогою позакореневих підживлень. Слід зауважити, що такий спосіб внесення добрив є допоміжним і не може замінити основного внесення.

Хоча обсяги засвоєння елементів живлення через листки незначні, швидкість і ступінь (відсоток) їх засвоєння значно вищі, ніж із добрив, які вносяться в ґрунт. Найшвидше проникають у листки азот, калій, цинк, повільніше – фосфор, кальцій, манган, бор, сірка і ще повільніше – магній. З усіх елементів живлення найшвидше поглинається азот – упродовж доби, тоді як, наприклад, фосфору потрібно більше ніж тиждень. Високі ступені міграції в рослині мають азот, фосфор, калій, середні – магній, цинк, манган, низькі – бор, кальцій, сірка.

Внесення позакоренево фосфору, калію, кальцію недоцільно розглядати як спосіб поліпшення живлення ними рослин, тоді як азот можна вносити у значно більших кількостях. Потребу рослин у мікроелементах часто повністю задовольняють цим способом. Позакореневе підживлення рослин мікроелементами у кілька разів ефективніше, ніж внесення їх у ґрунт. Особливо доцільно підживлювати здорові рослини, достатньо забезпечені іншими елементами живлення.

fppt.com

У рослині як єдиному цілісному організмі кореневе і позакореневе живлення тісно взаємопов'язане. Тому позакореневе підживлення потрібно розглядати як невід'ємну частину технологій вирощування сільськогосподарських культур, яка за певних умов здатна підвищувати ефективність внесених у ґрунт добрив і використання ґрунтової родючості. Це своєрідна "швидка допомога" рослинам яким необхідні ті чи інші елементи живлення.

Нині для позакореневого підживлення пропонується велике різноманіття добрив. ***Водорозчинні добрива поділяють на дві групи: фертигатори і для листкових підживлень***. Їх хімічний склад подібний. Перша група добрив передбачена для краплинного зрошення, вони значно дешевші, але недостатньо розчинні для застосування для позакореневого підживлення. Забивання форсунок обприскувача – небажане явище. Крім того, після позакореневого внесення фертигаторів на листках зазвичай залишається помітний сольовий наліт через невисоку їх розчинність. Він швидко здувається вітром і не приносить користі.

Найліпшим азотним добривом для позакореневих підживлень є карбамід. Амідна форма азоту швидко проникає через листкову поверхню. Позакореневе підживлення карбамідом доцільно поєднувати з внесенням мікроелементів і пестицидів, якщо немає застережень у регламенті їх застосування. Це зменшує стресовий вплив засобів захисту рослин на культурні рослини, підвищує ефективність їх дії. Об'єм робочого розчину має бути не меншим за 250–300 л/га.

Магній дуже добре поглинається через листки. Він засвоюється у 15 разів швидше, ніж фосфор, й у 10 – ніж калій. Добавляння до робочого розчину карбаміду у 2–3 рази пришвидшує проникнення магнію через кутикулу листків. У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур для вирішення питання швидкої компенсації нестачі магнію і сірки широко застосовують сульфат магнію.

fppt.com

Внесення мікроелементів у вигляді хелатних сполук ефективніше порівняно з мінеральними солями, що пояснюється трьома основними причинами.

1. Частка засвоєння мікроелементів з неорганічних солей незначна, оскільки рослини еволюційно непристосовані до їх сорбції через листки.

2. Перевищення оптимальної норми внесення солей металів є токсичним для рослин, оскільки спричинює опіки в місцях контакту з листками.

3. У ґрунті солі металів вступають у реакції з ґрунтовими компонентами і перетворюються на недоступні для рослин сполуки.

Основною функцією хелатоутворювачів є утримання мікроелементів у доступних для рослин сполуках. Оскільки в разі застосування хелатних сполук рослина поглинає майже всю кількість внесених мікроелементів, то їх вносять у значно менших нормах порівняно із солями цих елементів.

Під час виготовлення добрив на хелатній основі іноді до них додають прилипачі. Вони нешкідливі для росту та розвитку рослин і після внесення розкладаються впродовж 1 міс. Зазвичай вони не руйнують верхній кутикулярний шар та епідерміс листків, розширюючи міжклітинний простір, сприяють пролонгованому надходженню елементів живлення у клітини, що поліпшує процес обміну речовин.

fppt.com

Отже, під час проведення позакореневого підживлення потрібно враховувати цілу низку чинників, які можуть значно впливати на його ефективність.

1. Агротехнологічні: оптимальна реакція ґрунтового середовища, достатня кількість внесених добрив, захист рослин від шкідливих організмів, рівномірна густота стояння рослин.

2. Рослина: молоді листки швидше засвоюють біогенні елементи.

3. Погодні умови: оптимальна вологість повітря і ґрунту, нижча температура (обприскування проводять увечері або вранці, а після приморозків – через 2– 3 доби).

4. Здатність елементів до проникнення в листки: найшвидше проникають мобільні елементи (азот, калій, магній, натрій), повільніше – сірка. Вони можуть рухатися згори вниз від місця поглинання до тих органів рослин, яким вони більше всього необхідні. Елементи з низькою мобільністю (мідь, залізо, манган, бор, кальцій, фосфор та ін.) перемішуються тільки вгору від місця потрапляння на листок (акропетально). Тому, якщо нижні листки не вкриті розчином, ці елементи до них не надійдуть Проте навіть кальцій і фосфор засвоюються через листкову поверхню в кілька разів швидше, ніж з ґрунту.

5. Добавляння карбаміду: наявність у розчині карбаміду поліпшує пропускну здатність кутикулярного шару листка, що збільшує обсяги засвоєння елементів живлення, підвищує ефективність дії пестицидів. Норми внесення останніх можна знизити до мінімально рекомендованої величини. Синергізм дії карбаміду та гербіциду чи регулятора росту може бути шкідливим для культурних рослин, тому таке поєднання потребує обережності. Таку інформацію вказують на упаковці препарату. Поєднання внесення карбаміду з сульфатом магнію знижує ймовірність опіків листків карбамідом.

6. У разі добавляння листкових добрив до розчину гербіциду можливі опіки листків. Селективна дія багатьох гербіцидів обумовлена дуже тонким балансуванням норм і концентрацій: не обпекти рослини та знищити бур'яни. Інколи добавляння до розчину гербіциду іншої речовини порушує цей баланс. ***Тому, приймаючи рішення про змішування препаратів, треба ретельно вивчити таблиці можливого змішування.***

fppt.com

За відсутності даних про параметри сумісності препаратів або за потреби їх уточнення виконують перевірку на сумісність. Компоненти суміші в кількостях, які відповідають польовим нормам витрати, закладають у мірні посудини однакового об'єму. Після приготування робочих розчинів до повного розчинення посудини закривають і перемішують рідину, перевертаючи їх 10–15 разів. Потім розчини змішують і візуально перевіряють на однорідність після відстоювання впродовж 30 хв.

Ознаками несумісності є пошарове розподілення робочої рідини, утворення піни, звичайного або пластівчастого осаду. Слід зазначити, що будь-яка комбінація компонентів, яка пошарово розділяється впродовж 30 хв., але легко змішується в разі повторного перевертання посудини може бути використана за умов постійного перемішування її в баку обприскувача. Утворення недиспергованої оливи, звичайного або пластівчастого осаду – візуальна ознака того, що суміш непридатна для використання.

7. Строки внесення: для кожної рослини характерна певна динаміка засвоєння елементів живлення. За позакореневого підживлення неможливо вносити поживні речовини "про запас", як це часто роблять при внесенні добрив у ґрунт, оскільки все, що вноситься позакоренево, дуже швидко проникає всередину рослини. Тому дуже важливо знати, коли настають критичні періоди забезпеченості елементами живлення і враховувати це при проведенні листкових підживлень.

Перевагою листкових підживлень є стабілізація стану рослин після стресу. Добрива можна вносити в бакових сумішах із пестицидами без витрати додаткових коштів на окремий захід.

Підживлення рослин слід розпочинати вже в ранні стадії росту і проводити їх за можливості 2–3 рази. Передозування може справити на рослини токсичний вплив. Якщо планується одноразове обприскування, його найліпше провести за достатньо сформованої листкової поверхні.

fppt.com

Обирати слід відомі та перевірені мікродобрива. У будь-якому разі слід зважати на поради виробника, оскільки вміст і співвідношення мікроелементів у добриві, а також кратність підживлень і норми можуть значно відрізнятися. Не варто забувати, що з підвищенням врожаю винос елементів живлення зростає. Склад мікродобрив і норму їх внесення слід визначати за аналізом ґрунту конкретного поля та погодних умов. У разі поєднання в баковій суміші з пестицидами добрива слід добавляти останніми. Позакореневі підживлення ліпше проводити в ранкові та нічні години.

8. Особливості обприскування: оптимальна концентрація розчину відповідно до виду рослини та фази її розвитку, застосування поверхнево-активних речовин (якщо мікродобриво їх не містить) для ліпшого прилипання крапель до листка, дрібнокраплинисте розпилення робочого розчину. Збільшення об'єму внесення робочої рідини на 1 га веде до додаткових витрат палива і подовження оптимального терміну обробки посівів. Так, підвищення норми витрати робочого розчину на обприскуванні зернових з 200 до 300 л/га спричинює зменшення кількості робочої рідини, яка утримується на рослині, на 25–30%. Тому необхідно використовувати розчини максимально можливої концентрації, але стежити, щоб при цьому не обпекти листки. Зазвичай на упаковці добрива зазначають не тільки рекомендовані його дози а й концентрацію робочого розчину чи витрати робочої рідини на 1 га.

До незадовільних результатів обприскування та необхідності повторної обробки рослин призводить знесення препарату. Причинами цього є: погодні умови, розмір крапель, робочий тиск, швидкість руху агрегата, висота і стабілізація штанги відносно поверхні поля. Обприскування не проводять за швидкості вітру більш як 3–4 м/с. Слід також врахувати, що під час падіння крапля випаровується. Так, у відносно сухому теплому повітрі (відносна вологість 30 %, температура 25 °С) крапля розміром 100 мкм, що падає з висоти 1,5 м, досягає поверхні землі, маючи розмір 50 мкм. Випаровування відбувається за будь-яких умов, але рано вранці та ввечері воно значно менше.

fppt.com

Вкрай важливим є рівномірне покриття рослин препаратом. Ефективність обприскувачів із системою примусового осадження крапель особливо помітна при обробці густих посівів. Повітряний потік, що виходить з отворів у рукавах, розхитує рослини й обертає їх листки, що сприяє потраплянню розчину на їх нижній бік. Оскільки розчин розпилюється на краплі значно меншого розміру, то покриття рослин істотно поліпшується.

9. Стан рослин. Відсутність стресу. Здорова рослина засвоює елементи живлення швидше і в більшій кількості, ослаблена чи уражена хворобами – захищається від подальшої втрати води та проникнення інфекцій, тому має щільну зашкарублу структуру поверхні листка, що значно обмежує можливість проникнення біогенних елементів крізь листки. У цьому разі до робочого розчину потрібно добавляти карбамід. Стійкість листкової поверхні багатьох культур залежить від товщини воскового нальоту, а він максимальний під час жари і мінімальний після дощу.

10. Форма добрива. З азотних добрив найліпшим є карбамід, який спричиняє найменше опіків на листковій поверхні порівняно з аміачною селітрою чи КАС. Спеціальні добрива для позакореневих підживлень відрізняються за складом і ціною. Не завжди найдорожче добриво є самим якісним. Перш за все потрібно звертати увагу на його склад. Прості добрива мають бідний елементарний склад, низький ступінь чистоти, погані розчинність і змочуваність листкової поверхні. Крім того, після нанесення їх розчину на листки може з'являтися сольовий наліт. Важливо також знати, у формі якої сполуки знаходиться діюча речовина. Однією з найефективніших є хелатна форма, але вони значно дорожчі. Інколи використовують дешевшу форму комплексонів (комплексів органічних кислот). Такі сполуки менш стабільні й гірше засвоюються, але в багатьох випадках поліпшують живлення рослин.

11. Для зменшення ймовірності опіку листків і поліпшення живлення рослин сіркою та магнієм, до бакової суміші разом з карбамідом рекомендується додавати 5 кг $MgSO_4 \cdot 7H_20$ (5%-й розчин) на 100 л води або 3 кг $MgSO_4 \cdot H_2O$ (3%-й розчин).

fppt.com

12. Робочий розчин готують безпосередньо перед внесенням. Бак обприскувача наповнюють на 2/3 водою і за увімкненої мішалки засипають потрібну кількість карбаміду. Після цього добавляють сульфат магнію, пестициди і мікродобрива. За потреби останні заздалегідь розчиняють у воді в окремій посудині, тобто готують маточний розчин, і заливають цей розчин в обприскувач.

Важливе значення має послідовність завантаження препаратів у бак: спочатку додають водорозчинні гранули та змочувальний порошок, потім – рідкі суспензії, водні розчини або водні концентрати, останніми – концентрати емульсії, Наступний компонент добавляють у бак тільки після якісного розчинення попереднього.

Потім у бак доливають воду до повного об'єму. На 1 га посіву польових культур витрата робочої рідини має становити 250–300 л.

Будь-яка помилка може призвести до порушення фізіологічних процесів у рослині, до опіків листків та втрати врожаю. Щоб запобігти цьому, треба уважно читати етикетку на упаковці препарату.

Дози добрив для післяпосівного внесення визначають, виходячи з їх кількості, застосованої для основного і припосівного удобрення, та за результатами ґрунтової і листкової діагностики. За позакореневого підживлення не можна вносити елементи живлення про запас, як це часто роблять при внесенні в ґрунт, так як елементи з листків швидко проникають в рослину.

Отже, для різних культур залежно від рівня запланованої продуктивності, загальної норми добрив та інших умов можливе різне поєднання прийомів внесення добрив. Всебічне обґрунтування, добір строків і способів внесення оптимальних норм і форм добрив з урахуванням ґрунтово-кліматичних, погодних, агротехнологічних умов під кожну культуру значно підвищує їх агрономічну ефективність та екологічну безпечність.

fppt.com

4. Планування, розподіл і встановлення норм і доз добрив

У результаті тривалих наукових досліджень і практики виробництва в Україні сформовано основні методичні принципи реалізації потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур. Вони включають освоєння зональних систем землеробства, що відповідають природно-кліматичним умовам зон, структурі посівних площ і сівозмінам, системі обробітку ґрунту, внесенню потрібної кількості добрив і меліорантів, вирощуванню інтенсивних сортів і гібридів, ефективному захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників і хвороб), своєчасному якісному проведенню всіх агротехнологічних заходів.

Оптимізація живлення рослин унаслідок застосування добрив – один з найважливіших чинників системи землеробства та одне з основних завдань агрохімії. Нині у світі добрива забезпечують половину приросту врожаю. В подальшому роль цього інтенсивного чинника землеробства зростатиме. Завдання полягає лише в тому, щоб норми добрив забезпечували отримання високих урожаїв доброї якості при підвищенні або збереженні досягнутого рівня родючості ґрунту, не становили небезпеки для навколишнього природного середовища й забезпечували окупність витрат на їх застосування.

fppt.com

Агрохімічною наукою розроблено більш як півсотні методів для встановлення норм добрив. Розглянемо деякі з них, які найпоширеніші в практиці землеробства і мають науковий інтерес з погляду подальших досліджень і вдосконалення:

- за результатами польових дослідів із застосуванням поправкових коефіцієнтів на агрохімічні властивості ґрунту та з урахуванням інших чинників, які визначають ефективність добрив;
- балансові методи – на основі даних виносу елементів живлення врожаєм і коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив;
- нормативні методи – за нормативами витрат добрив на одиницю врожаю або на приріст урожаю;
- за бальною оцінкою ґрунту – на основі бальної оцінки природної родючості ґрунту та окупності добрив;
- математичні – на основі виробничих функцій у системі ґрунт–рослина– добрива;
- цілеспрямованого регулювання родючості ґрунту.

fppt.com

Визначення норм добрив за результатами польових дослідів

Польовими дослідами з різними культурами, які проводили і продовжують проводити в науково - дослідних установах у різних ґрунтово-кліматичних зонах, дало змогу встановити пріоритетну ефективність деяких видів добрив на різних типах ґрунтів (азотних – на нечорноземних ґрунтах, фосфорних – на чорноземах і каштанових ґрунтах, калійних – на торф'яниках і т. д.) та норми органічних і мінеральних добрив для основних культур на різних типах, підтипах і відмінах ґрунтів. Проведено також диференціацію норм у межах кожної відміни ґрунту з урахуванням вмісту рухомих сполук елементів живлення, попередників (їх урожаю та удобрення), сортових особливостей вирощуваних культур. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов розроблено оптимальні строки, норми і способи внесення добрив для різних культур.

На основі узагальнення результатів досліджень для основних ґрунтово- кліматичних зон на переважаючих типах ґрунтів із середнім вмістом рухомих сполук основних елементів живлення встановлено орієнтовні оптимальні норми добрив під основні сільськогосподарські культури.

fppt.com

Норми добрив коригують також на основі агрохімічних картограм ґрунту, в яких зазначено забезпеченість рослин елементами живлення на кожному полі (або його частині). Вона може бути дуже низькою, низькою, середньою, підвищеною, високою і дуже високою. Для уточнення рекомендованих норм добрив їх множать на відповідний поправковий коефіцієнт, який розраховано для ґрунтів із середніми показниками потенційної родючості.

При цьому **норму азотних добрив** коригують із використанням картограм забезпеченості рослин фосфором, оскільки він найчастіше знаходиться в мінімумі, а **норми фосфорних і калійних** коригують відповідно до даних картограм забезпеченості рослин фосфором і калієм на певному типі ґрунту. Оптимальні показники норм добрив, отримані в польовому досліді, коригують з агрохімічними групами ґрунту конкретного поля. Якщо агрохімічна група ґрунту поля за вмістом рухомих сполук фосфору або калію відрізняється від групи ґрунтів у досліді за цим показником на 1 або 2 групи, то норму фосфору або калію змінюють відповідно на ±25 і 50%, а норму азоту – на ±10 і 20%. При цьому рівень урожаю потрібно узгодити з виробничими умовами, оскільки ефективність добрив на малих ділянках у досліді в середньому на 20–30% вища, ніж на великих площах у виробничих умовах, а під картоплю – на 50%.

fppt.com

Балансовий метод визначення норм добрив ґрунтується на встановленні виносу елементів живлення із запланованим урожаєм і використанні їх з урахуванням коефіцієнтів з ґрунту і добрив.

Слід зазначити, що ця група методів для розрахунку перспективна насамперед в умовах достатнього зволоження і зрошення, де лімітуючим чинником в отриманні високих і стійких урожаїв є нестача елементів живлення в ґрунті, а забезпеченість господарства добривами досить висока (не менш як 150 кг/га д. р.).

Для використання цього методу потрібно знати: ***1)*** винос елементів живлення з урожаєм культури; ***2)*** вміст рухомих сполук елементів живлення в ґрунті; ***3)*** коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту і добрив; ***4)*** масу орного шару ґрунту, для якого проводять розраховують вміст рухомих сполук елемента живлення.

Агрохімічні показники картограм вмісту в ґрунті рухомих сполук азоту, фосфору і калію (в мг/кг ґрунту) переводять у кілограми на 1 га, множенням на коефіцієнт, який відповідає різновиду ґрунту і глибині розрахункового шару. Так, якщо для розрахунку беруть шар 0–30 см, де розміщена основна кількість коренів, його маса на 1 га становить 3000 т, то застосовують коефіцієнт 3. Цей коефіцієнт для ґрунту на певному полі можна уточнити в найближчій науково-дослідній установі.

fppt.com

Інший метод балансових розрахунків потреби в добривах враховує лише запланований приріст урожаю. Для проведення таких розрахунків потрібно знати врожайність культури, яку забезпечує на певному полі природна родючість ґрунту.

За такого розрахунку не потрібно знати коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту, але при цьому можна вводити коефіцієнти до норм добрив з урахуванням забезпеченості ґрунту рухомими сполуками елементів живлення за даними картограм. Отже, цей розрахунок також орієнтовний.

Визначення норм добрив за нормативами витрат елементів живлення на одиницю врожаю й на одиницю приросту врожаю. Цей метод із найточніших, оскільки належить до прямих. Його основою є результати польових дослідів з добривами, проведених науково-дослідними установами України.

При використанні нормативів витрат добрив на одиницю врожаю норму азоту, фосфору і калію розраховують окремо для кожного елемента за формулою.

$$\mathbf{Н = УВ_iК},$$

де Н – норма азоту, фосфору і калію для отримання запланованої врожайності, кг/га; У – планова врожайність культури, т/га; В, – нормативні витрати елементів живлення (азоту, фосфору, калію) для вирощування одиниці врожаю, кг/т; К – поправковий коефіцієнт на вміст рухомих сполук елементів живлення у ґрунті (окремо для кожного елемента).

fppt.com

Норми добрив за нормативами витрат на одиницю приросту врожаю розраховують за формулою

$$Д = У_п В_2 К,$$

де Уп – плановий приріст урожайності за рахунок добрив, т/га; В2 – нормативні витрати елементів живлення на одиницю приросту врожайності, кг/т.

Норми добрив за бальною оцінкою ґрунту визначають за такою формулою:

$$Н = У – (Б + НоОо)/ Ом$$

де Н – норма елементів живлення (N + P2O5 + K2O) для отримання запланованої врожайності, ц/га; У – планова врожайність, т/га; Б – урожайність за рахунок природної родючості (ціна бала, помножена на оцінку ґрунту в балах для певної культури), т/га: Н0 – запланована норма внесення органічних добрив, т/га; О0 - окупність 1 т органічних добрив приростом урожайності, т/га; Ом – окупність 1 ц діючої речовини (N + P_2O_5 + K_20) мінеральних добрив приростом урожайності, т/га.

Застосування автоматичних методів керування сільськогосподарським виробництвом дає змогу визначати оптимальні норми добрив ***на основі математичного моделювання (виробничих функцій)*** із використанням інформації про кількісну залежність урожаю від норм добрив у певних природно- кліматичних умовах та врахуванням агрохімічної характеристики ґрунтів – рівня кислотності, вмісту гумусу, рухомих сполук елементів живлення.

fppt.com

5. Агрохімічні та фізіолого-екологічні основи системи удобрення

За дотримання технології вирощування культур істотно підвищується ефективність добрив. Строки, способи та глибина заробляння добрив і меліорантів, обробіток ґрунту, боротьба з шкідниками, хворобами й бур'янами, видовий і сортовий склад, чергування культур у сівозміні – ці та інші агротехнологічні чинники значно впливають на водний, температурний і поживний режими ґрунту, а отже, ц на ефективність добрив.

Обробіток ґрунту різними знаряддями на різну глибину сприяє різному розподілу добрив по профілю орного шару ґрунту. За локального внесення добрив повніше використовуються їх елементи живлення, знижуються втрати, що дає змогу знизити їх норми на 25–30 % порівняно з розкидним внесенням.

У разі зменшення ***вологозабезпеченості*** посівів ефективність усіх видів добрив зростає зі збільшенням глибини їх заробляння в межах орного шару ґрунту. Глибина заробляння в ґрунт має першочергове значення для фосфорних, потім органічних, калійних добрив і мікродобрив. Для азотних добрив вона менш істотна.

Період проведення зяблевого обробітку ґрунту також впливає на ефективність використання добрив. Особливо це важливо для азотних добрив. Наприклад, за пізньоосіннього заорювання післяжнивних решток попередника і гною вони до весняної сівби мало мінералізуються і на такому фоні значно зростає ефективність азоту мінеральних добрив.

fppt.com

Норми висівання насіння і густота стояння рослин формують площу живлення для кожної рослини, що, у свою чергу, впливає на ефективність застосування добрив. На удобрених посівах рослини сильніше кущаться (або гілкуються), листки формуються більші, збільшується їх площа, що може призводити до їх затінення в нижньому ярусі й ураження хворобами. Оптимальна площа листкового апарату – 50–60 тис. м2/га. Перехід від низькоякісного насіння до високоякісного районованих сортів також значно підвищує ефективність добрив.

Ефективність добрив залежить від ***сорту вирощуваної культури***. Найчутливіші сорти продуктивніше використовують елементи живлення як ґрунту, так і добрив. У таких сортів більша частка товарної частини урожаю і під них вигідніше застосовувати добрива.

Якісне та своєчасне проведення робіт, передбачених технологією вирощування сільськогосподарської культури, підвищує ефективність використання добрив. Вони сприяють поліпшенню живлення рослин, і як наслідок – вони стають стійкішими до несприятливих чинників, зокрема хвороб, шкідників і бур'янів. Проте слід враховувати, що за надмірного азотного живлення стійкість рослин до шкідників і хвороб може знижуватись.

Бур'яни значно зменшують урожайність сільськогосподарських культур. Вони сильніше, ніж культурні рослини, реагують на поліпшення умов мінерального живлення. Тому в разі забур'яненості посівів ефективність застосування добрив різко спадає. Якщо не вживати відповідних заходів, то удобренням можна збільшити забур'яненість посівів і знизити не тільки приріст урожаю від їх застосування, а й взагалі врожайність. Зазвичай забур'яненість зростає сильніше за мілкого заробляння добрив, особливо азотних.

Значення гербіцидів у боротьбі з бур'янами на сучасному етапі землеробства і в осяжному майбутньому складно переоцінити. Добрива і гербіциди ґрунтової дії сумісно можна вносити під передпосівний обробіток ґрунту. Нині обробіток посівів гербіцидами поєднують із внесенням азотних добрив. Доцільно також поєднувати позакореневі підживлення азотними і мікродобривами, фунгіцидами, інсектицидами, регуляторами росту.

fppt.com

Ефективність добрив залежить від виду і врожайності попередників та чергування культур. Плодозмінна сівозміна – це, з одного боку, один зі способів збільшення ємності колообігу елементів живлення, а з іншого – істотне поліпшення фітосанітарного стану посівів. В умовах недостатнього зволоження чистий пар поліпшує вологозабезпеченість, посилює внаслідок мінералізації рухомість елементів живлення, полегшує боротьбу з бур'янами. Після чистих парів ефективність фосфорних, калійних та органічних добрив зростає, тоді як азотних – знижується. Після багаторічних трав ефективність азотних та органічних добрив знижується, а фосфорних і калійних – зростає.

Отже, всебічне і систематичне поліпшення агротехнології впрошування культур у сівозміні – важлива умова підвищення ефективності добрив.

fppt.com

Завдання агрохімії полягає в оцінюванні спрямованості колообігу біогенних елементів і ступеня інтенсивності антропогенної дії на систему ґрунт–рослина за балансом елементів живлення в агроценозі. Баланс елементів живлення – це прогнозований показник продуктивності культур, родючості ґрунту і ступінь відповідності кількості внесених добрив і винесених з урожаєм елементів живлення та одночасно показник хімічного навантаження на ґрунт, рослини й навколишнє природне середовище.

Баланс елементів живлення в ґрунті оцінюють за різницею між сумарною їх кількістю, яка надходить і вилучається з нього. Він відображає ступінь інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та є основою для планування і прогнозування застосування добрив, дає змогу цілеспрямовано регулювати родючість ґрунту, запобігати забрудненню довкілля тими чи іншими елементами.

Теоретично рівень застосування добрив за оптимального рівня родючості ґрунту має бути таким, щоб повністю компенсувати вилучення елементів живлення, які виносяться з урожаєм і втрачаються внаслідок вимивання, ерозії та з інших причин, тобто баланс цих елементів має бути нульовим.

Баланс елементів живлення є кількісним виразом вмісту елементів живлення в ґрунті на певній площі або об'єкті досліджень (полі, сівозміні, господарстві, районі, області і т. д.) з урахуванням усіх статей їх надходження (внесені добрива, різні природні джерела) і витрат (винос з урожаєм, непродуктивні втрати – змивання, вимивання і т. д.) упродовж певного часу. Розрізняють біологічний, господарський і внутрішньогосподарський баланси.

fppt.com

Біологічний баланс (повний або екологічний) найповніше охоплює всі статті надходження елементів живлення, які задіяні в колообігу. Зазвичай його розраховують лише в теоретичних дослідженнях. ***При цьому в частині надходження враховують такі джерела: 1) мінеральні добрива; 2) органічні добрива; 3) меліоранти;4) елементи живлення з атмосфери, включаючи надходження з опадами; 5) насінний матеріал; 6) рослинні рештки; 7) біологічна фіксація азоту симбіотичними, вільноіснуючими та асоціативними мікроорганізмами.***

У витратній частині враховують такі складові: 1) на створення товарної і нетоварної частин урожаю; 2) рослинні рештки; 3) вимивання в ґрунтові води; 4) змивання з поверхні ґрунту; 5) газоподібні втрати; 6) втрати внаслідок ерозії ґрунту.

З практичною метою використовують дані господарського балансу елементів живлення, в якому не враховують рослинних решток – обпалого листя, кореневих і післязбиральних решток рослин. Його складають для оцінювання системи застосування добрив за ступенем забезпеченості запланованих урожаїв елементами живлення.

Розміри й співвідношення статей надходження і витрат елементів живлення у балансі значно змінюються залежно від природних і господарських умов, тобто від забезпеченості добривами, врожайності культур, рівня родючості ґрунту. Для спрощення розрахунків іноді можна скоротити кількість зіставних та однакових статей як у частині надходження, так і в частині вилучення. Наприклад, кількість азоту, яка находить у ґрунт з атмосферними опадами, насінням і продукується вільноіснуючими мікроорганізмами, часто відповідає сумарним втратам його від вимивання, ерозії і звітрювання. Сумарна кількість фосфору, калію та інших елементів живлення, що надходить з атмосфери та із насінням, також може відповідати їх втратам від ерозії і вимивання. У зв'язку з такими спрощеннями у прибутковій частині балансу в кінцевому результаті можуть залишитися лише статті внесення з добривами і меліорантами (для азоту – ще й симбіотична азотфіксація), у витратній – засвоєння рослинами (господарський винос). Це значно спрощує балансові розрахунки, тому їх легко можна провести для виробничих посівів, сівозміни тощо.

fppt.com

Внутрішньогосподарський баланс враховує вилучення елементів живлення з території господарства з товарною продукцією рослинництва і тваринництва та надходження їх із добривами, кормом для худоби, які завозять у господарство. На цей баланс істотно впливає спеціалізація господарства. Так, із господарств зернового напряму з урожаєм відчужується близько 70% азоту, 85 – фосфору і 25% калію.

У господарствах, які виробляють продукцію тваринництва і використовують власні корми, з органічними добривами у ґрунт може повертатися до 50% азоту, 60–70 – фосфору і до 90% калію.

Баланс характеризують різними показниками: коефіцієнтом повернення, інтенсивністю, ємністю та виражають в абсолютних величинах (кг/га).

Абсолютні показники балансу (кг/га) – різниця між надходженням і вилученням елемента живлення. Якщо елементів живлення надходить більше, ніж відчужується, баланс зі знаком "плюс" (додатний), якщо навпаки – зі знаком "мінус" (від'ємний). Якщо обидві частини балансу рівні, його називають нульовим (бездефіцитним, або зрівноваженим).

Дефіцитний баланс елементів живлення (перевищення витрат елементів живлення над їх надходженням) вказує на збіднення ґрунту і зниження його родючості.

Коефіцієнт повернення – відношення надходження і виносу елемента живлення з ґрунту.

Інтенсивність балансу – відношення надходження елемента живлення до його вилучення, виражене у відсотках, тобто коефіцієнт повернення, помножений на 100. Якщо його величина менше ніж 100 %, то це дефіцитний баланс, 100 – бездефіцитний і понад 100 % – додатний.

За великого надлишку внесення фосфору збільшується небезпека забруднення ґрунту і продукції супутніми йому в добривах небажаними (токсичними) елементами (фтор, хром, нікель, свинець, кадмій та ін.). Крім того, знижується доступність для рослин цинку. Надлишок калію збільшує безпеку забруднення ним продукції (зокрема трав) та сприяє інтенсивнішому вимиванню з орного шару ґрунту кальцію і магнію.

fppt.com

Крім загального балансу розраховують також ***ефективний баланс***, який характеризує відношення між виносом рослинами елементів живлення і можливим їх засвоєнням із загальної кількості, що надійшла у ґрунт. Врахувавши коефіцієнти використання елементів живлення з добрив, знаходять величину можливого їх засвоєння з виносом урожаєм та отримують характеристику ефективного балансу.

Аналогічно розраховують ефективні баланси фосфору і калію.

Для оцінювання системи застосування добрив за ефективним балансом розраховують можливе засвоєння азоту, фосфору і калію з ґрунтових запасів. Систему удобрення можна вважати складеною правильно тоді, коли дефіцит елементів живлення за ефективним балансом компенсуватиметься за рахунок можливого засвоєння з ґрунту. Як уже зазначалось, рослини можуть засвоювати із запасів ґрунту по 20–25 кг/га азоту на кожен відсоток гумусу в ґрунті. Наприклад, якщо вміст гумусу 3%, то буде засвоєно 60–75 кг/га азоту. Фосфору рослини засвоюють близько 6–8% запасів його рухомих сполук у ґрунті, калію – 10–15%.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ № 16

ТЕМА: “*УДОБРЕННЯ ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР*”

fppt.com

CEREALS

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.;

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.

4. Агроекологія/ М.М.Городній, А.Г.Сердюк, М.П.Вовкотруб та ін.. К.: Вища школа, 1993.-415с.

fppt.com

ПЛАН

1. Удобрення озимої та ярої пшениці.
2. Удобрення озимого жита та ярого ячменю.
3. Удобрення кукурудзи.
4. Удобрення проса, гречки, рису.
5. Удобрення зернобобових культур: горох, соя.

fppt.com

1. Удобрення озимої та ярої пшениці

Урожайність **озимої пшениці** і якість зерна значною мірою залежать від забезпечення рослин елементами мінерального живлення впродовж усієї вегетації. Інтенсивні сорти характеризуються вищими вимогами до умов живлення і тільки при повному і збалансованому забезпеченні поживними речовинами можуть повністю реалізувати свій генетичний потенціал.

Озима пшениця виносить з урожаєм значну кількість елементів живлення з ґрунту. Для формування врожаю зерна 10 ц/га необхідно: 25–35 кг азоту; 11–13 кг фосфору; 20–27 кг калію, 5 кг кальцію, 4 кг магнію, 3,5 кг сірки, 5 г бору, 8,5 г міді, 270 г заліза, 82 г марганцю, 60 г цинку, 0,7 г молібдену. Слід зазначити, що чим більший урожай і вища норма мінеральних добрив, тим більший винос поживних речовин. Аналіз показує, що достатньої кількості елементів живлення у легкодоступній формі в ґрунті майже не буває, тому для одержання високого врожаю під озиму пшеницю необхідно вносити мінеральні добрива.

fppt.com

Азот

Найбільший приріст урожаю і покращення якості зерна забезпечує азот - основний елемент росту і розвитку рослин. Азот входить до складу всіх амінокислот, з яких побудована складна молекула білка. Білкові речовини є головною складовою частиною протоплазми, вони присутні у кожній живій клітині, будучи матеріальною основою всього життєвого процесу. Крім власне білків, азот входить до складу нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів, ферментів та ін.

Основне джерело азоту для рослин - солі азотної кислоти та амонію. Поглинання його з ґрунту відбувається у вигляді аніонів NO_{-3} та катіонів NH_{+4}.

Надлишок азоту восени призводить до зменшення зимостійкості, перерostання вегетативної маси і значного ураження посівів шкідниками і хворобами. Формуються схильні до вилягання рослини, що дають меншу продуктивність і мають низьку якість зерна.

Азот забезпечує ріст кореневої системи і надземної маси, збільшує вегетаційний період і тривалість активної фотосинтетичної діяльності, покращує якість зерна.

Пшениця поглинає азот впродовж усього періоду вегетації від початку функціонування коренів до припинення росту в зв'язку із достиганням її фотосинтетичного апарату. На початку росту азот надходить у рослини інтенсивно, випереджаючи надходження інших елементів, але величина його осіннього використання незначна. Так, від сівби до весняного відновлення вегетації засвоюється лише 8 % загальної кількості азоту. Отже, в осінній період немає потреби створювати високий рівень азотного живлення.

fppt.com

Єдиної думки дослідників про хід засвоєння азоту в період весняно-літнього розвитку не існує. Більшість з них вважають, що основна кількість азоту використовується рослинами при інтенсивному наростанні вегетативної маси рослин за період від початку виходу в трубку до цвітіння.

Інша частина дослідників виділяють два періоди споживання азоту - на початку росту стебла і під час наливу зерна. До початку колосіння рослини поглинають 2/3 всього необхідного їм азоту, а в період цвітіння майже припиняють його споживання. Після початку формування зерна потреба пшениці в азоті знову зростає, та за період формування і наливу вона використовує 25–30 % необхідного їй азоту.

Необхідно зазначити, що за низької температури (<10 °С) у фазах вихід в трубку-цвітіння, надходження азоту в рослину різко сповільнюється, що може викликати зменшення розмірів та пожовтіння листків у пізніші фази росту, наприклад, це явище спостерігалось у 2001 і 2005 роках. Наслідком цього є значне зниження продуктивності рослин.

Якщо рослинам не вистачає азоту, сповільнюється ріст вегетативної маси, листки набувають блідо-зеленого забарвлення внаслідок обмеженої кількості хлорофілу. Формуються тонкі стебла, що відстають у рості і мають дрібніші листки.

Озима пшениця так сильно реагує на азот, що підживленням на певних етапах органогенезу можна впливати на величину майже всіх елементів продуктивності. Дефіцит азоту на початку росту обмежує процес кущення, утворення колосків у колосі, на V етапі органогенезу зменшує кількість квіток у колосі, на VII–IX - негативно позначається на виповненості та якості зерна.

Найбільший ефект азотні добрива забезпечують у районах із низькою потенційною родючістю ґрунтів і достатнім зволоженням. Тому внесення азоту на бідних на гумус дерново-підзолистих ґрунтах має вирішальне значення для формування високого врожаю пшениці, особливо на тлі достатнього фосфорного і калійного живлення.

fppt.com

CEREALS

Фосфор

Для нормального темпу проходження фаз розвитку необхідна добра забезпеченість фосфором. Він є неодмінною складовою частиною білків, що входять до складу клітинного ядра. За його відсутності синтез нуклеїнових кислот сповільнюється, що обмежує поділ клітин. Фосфор відіграє головну роль у переносі енергії, диханні і фотосинтезі. Входить до складу сполук, які акумулюють багато енергії. Достатня кількість фосфору ліквідує проблему надмірної кількості азоту, підвищує його ефективність. Збільшується інтенсивність фотосинтезу, ощадніше використовується ґрунтова волога. Фосфор підвищує біологічну активність ґрунту, сприяючи розвитку ґрунтових мікроорганізмів.

Фосфор необхідний рослині озимої пшениці на всіх фазах росту і на всіх типах ґрунтів. Значна частина фосфору засвоюється уже в період проростання насіння. Нестача його в цей час не компенсується посиленням фосфорного живлення на пізніших фазах розвитку. Це спричинює недобір урожаю, тому фосфорні добрива, основна кількість яких випускається у вигляді малорозчинних форм, рекомендується вносити під основний обробіток ґрунту. Найбільша кількість фосфору потрібна у період від початку виходу в трубку до цвітіння, коли рослини створюють його запас для наливу зерна.

Фосфор сприяє усім процесам життєдіяльності рослин. Він впливає на рівномірність сходів, активізує розвиток кореневої системи, посилюючи процес укорінення. Під впливом фосфорних добрив нагромаджується більша кількість захисних речовин, особливо цукрів, що підвищує концентрацію клітинного соку і позитивно позначається на формуванні морозостійкості і зимостійкості рослин. Рослини стають стійкішими до вилягання і хвороб (передусім до кореневих гнилей та борошнистої роси), більш продуктивно використовують азотні добрива, швидше достигають. Фосфор збільшує енергію кущення, густоту продуктивного стеблостою, число колосків і зерен у колосі та його довжину. Цей елемент має здатність поліпшувати також урожайні якості насіння.

fppt.com

Низька температура ґрунту (<10°С) спричинює нестачу фосфору для рослин навіть за високого вмісту його в ґрунті. За низької температури підвищується в'язкість ґрунтового розчину і знижується дифузія та вбирання фосфору кореневою системою. Підвищення температури ґрунту на 1°С призводить до збільшення вмісту фосфору в ґрунтовому розчині на 1–2 %. Іони фосфору можуть засвоюватися з ґрунту трьома шляхами: безпосередній контакт із кореневою системою (до 6% від загальної потреби), надходження з водою (1–10% від потреби), дифузія (основний шлях надходження фосфору в рослину). За нестачі вологи засвоєння фосфору з ґрунту ускладнюється. Фосфор має властивість рухатися від старих до молодих органів у рослині і використовуватися повторно (процес реутилізації). Фосфорні добрива потрібно заробляти на глибину 10–20 см, оскільки він малорухомий у ґрунті і не вимивається в глибші шари.

fppt.com

Калій

Роль цього елемента в житті рослин різноманітна. Він активізує роботу низки ферментів, з допомогою яких синтезуються білкові речовини і нагромаджуються цукри. Це в свою чергу підвищує морозо-, холодостійкість і стійкість рослин до грибкових захворювань. Під впливом калію формується добре розвинута коренева система, покращується кущення, виростає міцніша соломина, що запобігає виляганню. Достатня забезпеченість калієм послаблює негативну дію надлишкового азотного живлення, сприяє нормальному ходу фотосинтезу, підвищує посухостійкість. Калій бере участь у всіх обмінних реакціях, активізує переміщення вуглеводів із вегетативних органів до колоса, сприяючи кращому наливу зерна, в результаті чого підвищується крупність і виповненість зерна, вміст білка.

Озима пшениця засвоює калій з ґрунту від проростання до цвітіння, а найбільш інтенсивно - у фазах виходу в трубку і колосіння. Максимальна кількість його нагромаджується у рослинах озимої пшениці під час цвітіння.

Повна норма калійних добрив вноситься разом із фосфорними під основний обробіток ґрунту, щоб перемішати добриво на глибину орного шару ґрунту. Ефективність азоту, фосфору і калію значною мірою зменшується на кислих ґрунтах.

Калій запобігає зниженню урожайності у холодну погоду. Він переміщується у рослині від старших листків до молодих (реутилізація), тому спочатку нестача калію проявляється на старших листках. Може частково вимиватися з ґрунту.

Надмірна кількість калію обмежує засвоєння кальцію і магнію. Зменшення кількості калію у клітинах рослин і збільшення в них кількості кальцію зумовлює старіння тканин.

Кальцій

Кальцій посилює обмін речовин, відіграє важливу роль у нагромадженні вуглеводів, позитивно впливає на ріст надземних органів. Впливає на процеси фотосинтезу й транспортування вуглеводів у рослинах та на засвоєння азоту рослинами. Підвищує стійкість рослин до грибкових, бактеріальних хвороб і жаростійкість. Майже не рухається з нижньої частини до точки росту, тобто не піддається його повторному використанню (реутилізації). Нестача кальцію негативно позначається насамперед на розвитку кореневої системи. На ній формується мало кореневих волосків, за допомогою яких із ґрунту до рослини надходить основна маса води й розчинених у ній поживних речовин. Зовнішні клітини коренів руйнуються. Найбільше кальцію міститься у вегетативних органах рослин, з ростом яких потреба в ньому збільшується.

Пшениця чутлива до підвищеної кислотності ґрунту. Вона краще росте при слабокислій чи нейтральній реакції (pH 6) і добре реагує на вапнування не тільки сильнокислих, але й середньокислих ґрунтів. Норму внесення вапнякових добрив безпосередньо під пшеницю визначають за показником гідролітичної кислотності з розрахунку 250–350 кг/га карбонату кальцію. Вона коливається від 2 до 6 т/га вапна. Вапнякові добрива найкраще вносити зразу після збирання попередника, або після лущіння поля, і загортати їх у ґрунт на глибину всього профілю оранки. Краще проводити вапнування ґрунту, ніж удобрювати рослини вапном. Перешкоджають засвоєнню кальцію висока температура, низька вологість повітря. Оптимізація реакції ґрунтового розчину вапнуванням поліпшує використання мінеральних добрив на 10–30 % і більше.

fppt.com

Магній

Магній входить до складу хлорофілу, бере активну участь у процесі фотосинтезу. Хлорофіл містить 15–30 % усього магнію, що засвоюється рослинами. Активує ферменти, які забезпечують білковий і вуглеводний обміни. Магній забезпечує переміщення фосфору в рослині, процеси дихання, перетворення азоту в білок. Нестача цього елемента стримує синтез азотовмісних сполук, фотосинтез, ріст рослин, зменшується стійкість до хвороб, що призводить до зниження врожайності та якості зерна. Магній особливо важливий для засвоєння NPK у великих кількостях при вирощуванні за інтенсивною технологією.

Для формування високого врожаю зерна вміст магнію у листостебловій масі у фазі ES 30/31 має становити 0,15–0,30 %, а у фазі ES 32/37 – 0,12–0,25 % з розрахунку на суху речовину.

Відбувається інтенсивне збіднення ґрунту на магній. Він досить рухомий і легко вимивається з ґрунту. Втрати магнію з ґрунту становлять щорічно 20–40 кг/га, тому рекомендується вносити його в ґрунт. Часто рослини мають більшу потребу в магнію, ніж у фосфорі, який систематично вносився раніше і важко вимивається з ґрунту. Нестача магнію спричинюється також великими нормами внесення калію.

За нестачі магнію листки навесні жовтіють, що часто помилково пояснюється ураженням грибковими хворобами. Причиною пожовтіння може бути дуже повільне засвоєння магнію з ґрунту за температури нижче 10–12 °С навіть з ґрунтів, добре забезпечених цим елементом. Також під час інтенсивного росту і розвитку часто слабша коренева система не може засвоїти достатню кількість магнію. За таких умов ефективним є його листкове внесення.

Магній краще вносити в ґрунт, перемішуючи його з шаром 10–20 см. Цей елемент добре засвоюється також через листя, у 14–15 разів швидше, ніж калій чи фосфор. Іони магнію мають менший розмір і легко проникають крізь кутикулу. При листковому удобренні магнієм його у вигляді сірчанокислого магнію вносять у фазі кущення і в кінці виходу в трубку. Доцільно його вносити разом із карбамідом та мікроелементами.

fppt.com

Сірка

Сірка входить до складу майже всіх білків, вітамінів. Вона бере участь у деяких окисно-відновних процесах та істотно впливає на білковий обмін. За нестачі сірки уповільнюється синтез білків, що затримує ріст і розвиток рослин, призводить до зменшення урожайності та погіршення якості зерна. Сірка збільшує стійкість рослин до вилягання, ураження хворобами і шкідниками, сприяє підвищенню кількості та якості білка в зерні.

Для формування високого врожаю зерна вміст сірки у листостебловій масі на стадії ES 30/32 має становити 0,3–0,4 % з розрахунку на суху речовину. Внесення висококонцентрованих мінеральних добрив, очистка газоподібних викидів призвели до зменшення надходження сірки до ґрунту. Сірка легко вимивається з ґрунту, а також значна її кількість виноситься з урожаєм. Тому інтенсивні технології потребують застосування сірчаних добрив повсюдно, можливо, за винятком районів з великою кількістю промислових підприємств.

Не можлива високоефективна дія азоту на ріст урожайності без достатнього забезпечення рослин сіркою!

Сірчані добрива треба вносити під основний обробіток ґрунту. Співвідношення азоту до сірки має становити 10:1–5:1 (на одну частину сірки повинно припадати 5–10 частин азоту). За рівнем засвоєння рослинами сірка посідає четверте місце після азоту, калію і фосфору. Рослини засвоюють сірку впродовж вегетації, а найбільше до фази цвітіння.

fppt.com

Співвідношення елементів живлення

Найбільший ефект дає повне забезпечення потреб рослин озимої пшениці всіма елементами живлення. Урожайність залежить від лімітуючого чинника, тобто від того елемента, якого найменше міститься у ґрунті в доступному для використання рослинами вигляді. Неправильне співвідношення азоту, фосфору і калію призводить до зменшення продуктивності рослин, ураження хворобами, зниження якості зерна та ін.

Раніше рекомендувалось співвідношення азоту, фосфору і калію 1:1:1. Дослідження останніх років, а також практика вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією показали, що для одержання максимального врожаю зерна високої якості, при високих нормах внесення добрив, необхідне переважання азоту в межах 1,5:1:1–2:1:1. Потреба у внесенні підвищених норм азоту обумовлена високим виносом азоту з ґрунту, що переважає утроє-четверо винос фосфору.

За даними Миронівського інституту пшениці, кращим співвідношенням елементів живлення N: P: K є 1,5:1:1. Таке ж співвідношення (1,5–2,0:1:1) ми рекомендуємо для регіонів Західної України.

fppt.com

Способи і строки внесення

Мінеральні добрива можна вносити під основний обробіток восени, давати в рядки при сівбі і підживлювати ними посіви під час вегетації. Повну норму фосфорних і калійних добрив необхідно вносити під основний обробіток. Перенесення цих добрив для осіннього чи весняного підживлення набагато знижує їх ефективність. Краще вносити добрива під оранку, тоді вони перемішуються з шаром ґрунту на глибину оранки від 5–10 до 22–25 см. Глибоке перемішування добрив сприяє кращому розвитку кореневої системи, проникненню її на більшу глибину в початкових фазах росту і підвищенню зимостійкості.

Кущення відбувається на початкових фазах росту, коли коренева система ще малорозвинута, за відносно невисоких температур, тобто в умовах, коли засвоєння поживних речовин є незначним - тому дуже важливим є основне внесення добрив.

При внесенні під передпосівний обробіток добрива містяться у верхньому шарі ґрунту. Після загортання культиватором і боронами 50–80 % гранул залишається в шарі 0–2 см, а 81–100 % - у шарі 0–6 см. Навіть при культивації у два сліди 75 % внесеної кількості добрив може залишатись у шарі 0–4 см. Це сильно зменшує ефект від добрив, а за нестачі вологи їх віддача дорівнює нулю внаслідок пересихання верхнього шару ґрунту.

fppt.com

За внесення $P_{90–120}K_{90–120}$ під оранку рослини повністю забезпечені фосфором і калієм впродовж всієї вегетації, тому немає потреби вносити мінеральні добрива в рядки під час сівби. Гранули добрив, за розміщення поруч з висіяним насінням, розчиняючись, підвищують концентрацію ґрунтового розчину і на 3–6 % зменшують польову схожість.

У зв'язку з тим, що восени озима пшениця засвоює невелику кількість елементів живлення (орієнтовно $N_{30}P_{10}K_{30}$), часто виникає питання доцільності осіннього внесення фосфорних і калійних добрив. Базується цей сумнів на фінансах: для чого вкладати кошти у вересні на купівлю фосфорних і калійних добрив, чи не краще купити ці добрива навесні, а з вересня по березень (понад 6 місяців) мати вільні кошти, або не платити відсотки за кредит.

Проте за даними науково-дослідних установ, ефективність добрив за весняного внесення фосфору і калію знижується в 1,5–2,0 разів. Фосфорні та калійні добрива навесні можна внести лише на поверхні і неможливо перемішати з ґрунтом. Елементи живлення знаходяться у верхньому шарі (P_2O_5 за місяць мігрує на 1 см) і не можуть повноцінно використовуватися рослиною. Коренева система має поверхневий характер розвитку (явище хемотропізму). Верхній шар ґрунту, де містяться фосфор і калій, періодично пересихає, й елементи живлення без води не засвоюються рослиною, що веде до зниження урожайності і різкого зменшення коефіцієнта використання фосфору і калію з добрив.

Крім того, озима пшениця дуже негативно реагує на осінню нестачу фосфору. Тому лише за осіннього внесення фосфору й калію можна одержати добре розкущені рослини з розвинутою кореневою системою. Такі рослини «програмують» вищий потенціал урожайності і завжди більш ефективно використовують азот з весняних підживлень. Так що фінансова вигода весняного внесення фосфору і калію не має агрохімічного обґрунтування, навіть якщо ці елементи вносяться у вигляді нітроамофоски.

fppt.com

Норми внесення добрив

У зоні Лісостепу на світло-сірих опідзолених ґрунтах раніше рекомендувалось вносити по 50–60 кг/га діючої речовини азоту, фосфору і калію. З впровадженням у виробництво інтенсивних технологій норми внесення добрив значно підвищились. Для повної реалізації можливостей високопродуктивних сортів озимої пшениці при вирощуванні за інтенсивною технологією рекомендується вносити 90–120 кг/га діючої речовини кожного елемента.

Узагальнюючи дані науково-дослідних установ, зональних агрохімлабораторій та досвід вирощування за інтенсивною технологією, під озиму пшеницю у західних регіонах України, залежно від ґрунтових умов і попередників, рекомендуються такі орієнтовні норми внесення мінеральних добрив$N_{60}P_{40}K_{60}$ –$N_{200}P_{100}K_{140}$.

Ці норми необхідно уточнювати в кожному конкретному випадку, враховуючи особливості технології, метеорологічні умови року і дані діагностики.

Норми добрив на програмований урожай розраховують балансовим методом за такими схемами (табл. 1) чи формулами.

Таблиця 1. Розрахунок норм добрив для одержання 70 ц/га зерна озимої пшениці

Показник	Символ	Азот N	Фосфор P2O5	Калій K2O
Програмована врожайність, ц/га	У	70	70	70
Винос елементів живлення для формування 1 ц зерна, кг	в	3,5	1,1	2,4
Винос елементів живлення програмованим урожаєм (У•в), кг/га	В	245	77	168
Маса розрахункового шару ґрунту, т/га	М	3000	3000	3000
Вміст елементів живлення у ґрунті за результатами аналізів, мг на 100 г	г	8	9	10
Вміст елементів живлення у розрахунковому шарі ґрунту (Г=0,01•М•г), кг/га	Г	240	270	300
Коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту	Кг	0,30	0,15	0,20
Буде засвоєно урожаєм елементів з ґрунту (Г•Кг), кг/га	К	72	40	60
Не вистачає елементів живлення для формування програмованого (70 ц/га) врожаю (В-К), кг/га	д	173	37	108
Коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив	Км	0,90	0,40	0,80
Потрібно внести поживних речовин з мінеральними добривами (д•Км), кг/га	Д	192	92	135

fppt.com

У Степу на чорноземах найвищий приріст урожаю одержують від азотних добрив. Фосфорні і калійн у цій зоні менш ефективні. Проте в складі повного удобрення вони не менш цінні, ніж в інших ґрунтово-кліматичних зонах, підвищуючи ефективність азотних добрив та послаблюючи негативну дію азоту на зимостійкість рослин.

Для формування 1 ц зерна необхідно 3–3,7 азоту, 0,9–1,3 фосфору, 1,8–2,7 калію.

Масу розрахункового шару ґрунту вираховуємо, виходячи з глибини орного шару (25 см), площі 1 га (10000 $м^2$) та об'ємної маси метра кубічного ґрунту (1,2 $т/м^3$).

Звідси: 10000 $м^2$ х 0,25 м х 1,2 $т/м^3$ = 3000 т/га. Знаючи, що в 100 г ґрунту міститься 8 мг азоту (г) знаходимо його кількість (М) в 3000 т/га за формулою:

Г = 0,01 х М х г = 0,01 х 3000 х 8 = 240 кг/га азоту.

Коефіцієнт використання того чи іншого елемента з ґрунту (Кг) показує ту його частину, яка надходить у рослину впродовж вегетації, відносно загальних запасів рухомої форми елемента в орному (розрахунковому, 0,25 м) шарі ґрунту. Коефіцієнт використання рухомих форм поживних речовин з ґрунту змінюється під впливом таких чинників, як родючість і кислотність ґрунту, погодні умови, модель технології тощо. Це ускладнює їх застосування для визначення програмованих норм добрив. Орієнтовні коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту для озимої пшениці є такими: азот 0,20–0,35; фосфор 0,05–0,15; калій 0,08–0,20.

Коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив для озимої пшениці коливається у таких межах: азоту 0,50–0,80; фосфору 0,20–0,45; калію 0,55–0,85.

Отже, за схемою розрахунку, викладеною в табл. 1, для одержання 70 ц/га зерна необхідно внести добрива в нормі $N_{192}P_{92}K_{135}$. Це орієнтовна норма, яка може змінюватися під впливом коливання коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту і мінеральних добрив, родючості ґрунту і вмісту в ньому елементів живлення тощо.

fppt.com

Ця схема розрахунку може бути викладена у вигляді такої формули:

$$Д_{азоту} = \frac{У \cdot в - 0{,}01 М \cdot г \cdot Кг}{Км} =$$

$$= \frac{70 \cdot 3{,}5 - 0{,}01 \cdot 3000 \cdot 8 \cdot 0{,}3}{0{,}9} = 192 \text{ кг/га}$$

Аналогічно розраховуються норми внесення калію і фосфору.

fppt.com

Удобрення азотом

У системі удобрення озимої пшениці найскладніше забезпечити оптимальне азотне живлення. Ефективність осіннього внесення азоту знижується, особливо при збільшенні його дози. Для створення оптимальних умов живлення рослин азотом впродовж усієї вегетації необхідно спочатку уникнути його надлишку, а пізніше забезпечити інтенсивне азотне живлення рослин. При внесенні невеликих норм азоту (N_{60}) восени уже до початку наливу зерна кількість доступного в ґрунті азоту різко зменшується внаслідок його використання на формування вегетативної маси і вимивання з ґрунту восени і навесні. Внесення вищих норм азоту восени є проблемним внаслідок різкого зниження зимостійкості, переростання рослин і погіршення фітосанітарного стану. Значна частина азоту вимивається у глибші шари осінньо-весняними опадами, зменшуючи його ефективність. Застосування великої дози азоту (N_{100}) рано навесні зумовлює сильний розвиток вегетативної маси, в густих посівах утворюється надлишок стебел і все це призводить до вилягання посівів.

У період від цвітіння до воскової стиглості за нестачі азоту відбувається інтенсивне його переміщення з вегетативних органів у зерно. Внесення азоту в цей момент створює умови для кращого його використання на ростові процеси і формування репродуктивних органів, підвищує якість зерна.

Тому для повного забезпечення рослин азотом впродовж усієї вегетації потрібно використовувати повільно розчинні добрива або вносити їх роздрібно в декілька прийомів. Оскільки практично всі азотні добрива є легкорозчинними, то у разі необхідності невелику частину їх вносять восени, а решту використовують під час весняно-літніх підживлень у фазах найбільшої потреби їх для росту і розвитку рослин.

fppt.com

Дещо інші рекомендації наукових установ щодо внесення азотних добрив у посушливих умовах Півдня України. На важких глинистих і суглинистих ґрунтах, до того ж за недостатньої кількості опадів вимивання азоту за межі кореневмісного шару ґрунту не виявлено. Він може переміщуватися у глибші шари, але не безповоротно. Із висхідними водами нітратний азот піднімається у верхній шар ґрунту і використовується рослинами. Тому в умовах Степу важливе значення має осіннє внесення азоту, яке за даними багатьох дослідників є більш ефективним ніж весняне, особливо пізньовесняне. Проте якщо восени добрива не використовували, внесення азоту рано навесні на вологий ґрунт сприяє збільшенню густоти стебел, особливо на зріджених чи недостатньо розвинутих посівах.

При пересиханні верхнього шару ґрунту підживлення рекомендується проводити прикореневим способом.

Аналізуючи всю різноманітність можливих варіантів застосування азоту, що визначаються чинниками технології і клімату та пов'язаних з ними особливостей росту й розвитку рослин, протікання процесу закладання елементів продуктивності, розроблено різні системи азотного удобрення. Вони можуть складатися із дво-, три- і чотириразових підживлень. Особливості їх подано нижче.

1. Восени на бідних ґрунтах і після гірших попередників вносять не більше N_{30}. Внесення азоту в таких умовах сприяє кращому росту рослин восени, внаслідок формування більшої кількості пластичних речовин підвищується зимостійкість. Підставою для прийняття рішення про внесення азоту є дані ґрунтової діагностики. Якщо загальна доза азоту не перевищує N_{60}, допускається її одноразове внесення восени.

Обовязковим є осіннє внесення азоту при розміщенні пшениці після стернових попередників. Якщо солому подрібнюють і використовують для удобрення, норму азоту встановлюють з розрахунку 10–15 кг діючої речовини на 1 т соломи.

fppt.com

2. Ранньовесняне (регенеративне) підживлення на II чи III етапі органогенезу інтенсифікує процес кущення, підвищує густоту стеблостою (тому і називається регенеративним), збільшує кількість члеників колосового стрижня. Доза азоту для першого підживлення найбільше залежить від двох чинників - стану посівів і часу відновлення весняної вегетації. На добре розвинених посівах рекомендується вносити 30 % ($N_{30–60}$) від повної норми азоту.

Якщо посіви зріджені (200–230 рослин на 1 м^2), під час першого підживлення вносять $N_{50–60}$. За наявності 180–200 рослин на 1 м^2 дозу азоту для першого підживлення збільшують до $N_{60–80}$.

Норму азоту збільшують у роки з пізньою весною, що характеризуються пізнішим відновленням весняної вегетації (близько 6 квітня), внаслідок чого наростання вегетативної маси зменшується. У роки з ранньою весною (відновлення вегетації настає у середині березня) на добре розвинених густих посівах перше підживлення проводять меншими нормами. Особливо ефективне внесення азотних добрив по таломерзлому ґрунті.

3. Друге підживлення - продуктивне, що найбільш впливає на урожай зерна, проводять на початку виходу рослин у трубку (IV етап органогенезу). До підживлення необхідно внести гербіциди, щоб не допустити засвоєння азоту бур'янами. Сприяє кращому росту бокових стебел, які за продуктивністю наближаються до головного стебла. Якщо рано навесні внесли 30 % загальної норми азоту, то під час другого підживлення вносять 50 %, або $N_{60–90}$. Норма добрив визначається першим підживленням. Збільшення дози азоту на II етапі вимагає зменшувати її на IV етапі і навпаки. Оптимальну норму добрив другого підживлення встановлюють за листковою діагностикою. Для запобігання втратам амонійної форми азоту з аміачної селітри, за наявності вітру і сухої погоди та недостатньо розвинутого травостою доцільно проводити підживлення вранці і ввечері.

Друге підживлення - вирішальний чинник роздрібненого внесення добрив, бо найбільше впливає на продуктивність колоса, його озерненість, а отже, і на підвищення урожайності озимої пшениці.

Для формування високого врожаю зерна вміст азоту на стадії ES 29/31 має становити 3–5 % в розрахунку на суху речовину.

fppt.com

4. Третє підживлення (якісне) - вносять решту азоту ($N_{30–60}$) в період від початку фази колосіння до наливу зерна (VIII–X етап). Збільшує тривалість активної діяльності верхніх листків, підвищує інтенсивність фотосинтезу, зростає маса 1000 зерен, впливає на урожайність і якість. Чим пізніше проведено підживлення, тим менше азот впливає на врожайність і більше на якість. Для встановлення доцільності проведення цього підживлення використовують дані діагностики.

У Польщі, Німеччині норма азоту для третього підживлення рекомендується значно вища ($N_{50–70}$) з розрахунку N_{10} на 1 т очікуваного врожаю зерна.

З метою одержання високої врожайності (50–70 ц/га) і якості зерна (вміст білка 13–14 %, клейковини 27–30 %) на кожну тонну зерна необхідно вносити орієнтовно 30 кг/га діючої речовини азоту.

Листове внесення карбаміду можна проводити практично при всіх обприскуваннях фунгіцидами та інсектицидами. У фазі виходу в трубку часто спостерігається нестача вологи, що обмежує засвоєння елементів живлення з ґрунту. За таких умов листкове підживлення забезпечує значний ефект. У суху погоду цей агрозахід доцільний у фазі колосіння для кращого виповнення зерна і підвищення вмісту білка.

За високої концентрації водний розчин карбаміду може спричинити опіки. Молоді рослини більш стійкі до них, краще використовують азот. Максимальні безпечні норми внесення карбаміду подано в табл.2. Внесення одночасно з карбамідом сірчанокислого марганцю у 5 % концентрації зменшує небезпеку опіків від карбаміду та забезпечує ефективніше використання азоту.

Фаза розвитку	Вміст карбаміду в робочому розчині,%	Поєднання з іншими елементами живлення		
		Карбамід, %	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ %	Мікроелементи
Початок кущення	18–20	20	5	-
Кінець кущення	16–18	15	-	так
Початок виходу в трубку	10–12	10	-	-
Кінець виходу в трубку	6–8	7	5	так
Колосіння	5–6	-	-	-
Цвітіння	не рекомендується вносити			
Молочна стиглість	4–5	-	-	-

Таблиця 2. Максимальна концентрація водного розчину карбаміду для позакореневого (листкового) внесення (за A. Grzeskowiak)

Необхідно враховувати, що розчинення 20 кг карбаміду в 100 л води знижує температуру розчину приблизно на 9 °C. Дуже холодний розчин може спричинити термічний стрес рослин.

Основою для встановлення норм добрив є результати польових дослідів, проведених у різних зонах. На формування 10 ц/га зерна ***яра пшениця*** в середньому споживає35—45 кг азоту, 8-12 кг фосфору і 17-27 кг калію.

Фосфорні і калійні добрива вносять під зяблеву оранку. Весняне їх внесення малоефективне. Внесені з осені добрива перемішуються з ґрунтом на всю глибину оранки і сприяють кращому розвитку кореневої системи та рослини в цілому. Найбільшу потребу у **фосфорі** рослини мають на початку кущіння – виходу в трубку. При весняному внесенні добрив фосфор залишається малодоступним для рослин,оскільки не засвоюється так швидко ґрунтовим комплексом. **Калій** підвищує стійкість соломини до вилягання, зменшує ураження кореневими гнилями і прискорює рух вуглеводів зі стебел і листків у колос.

Яра пшениця дуже чутлива до добрив. Маючи відносно слаборозвинену кореневу систему і менший період для засвоєння добрив, порівняно з озимою пшеницею, вона інтенсивно вбирає поживні елементи. Яра пшениця ефективно використовує добрива, які вносили під попередню культуру.

Норма внесення добрив визначається багатьма чинниками. У зоні Лісостепу на опідзолених чорноземах і темно-сірих лісових ґрунтах рекомендується вносити $N_{45\text{-}60}$ $P_{45\text{-}60}$ $K_{45\text{-}60}$, на сірих та світло-сірих - $N_{50\text{-}70}P_{50\text{-}70}K_{50\text{-}70}$, на дерново-карбонатних ґрунтах Полісся - $N_{60\text{-}90}P_{60\text{-}90}K_{60\text{-}90}$.

При застосуванні повного мінерального добрива в дозі $\mathbf{N_{90\text{-}120}\,P_{60\text{-}90}\,K_{60\text{-}90}}$ *врожайність ярої пшениці може становити* ***40—60*** *ц/га і більше.*

Застосування азотних добрив подібне до внесення під озиму пшеницю. Вперше азот під яру пшеницю вносять рано навесні під передпосівну культивацію ($\mathbf{N_{30\text{-}40}}$). Це підвищує продуктивну кущистість рослин. Необхідно враховувати, що кущіння ярої пшениці слабше, ніж в озимої. На початку виходу в трубку проводять перше підживлення ($\mathbf{N_{20\text{-}40}}$), а на у фазі колосіння) підживлюють вдруге ($N_{20\text{-}40}$) для підвищення якості зерна. Розглянута схема внесення азоту досить умовна. На норму і строк внесення впливають ті ж закономірності, що стосуються озимої пшениці.

fppt.com

2. Удобрення озимого жита та ярого ячменю

Жито озиме серед злакових хлібів менш вибагливе до родючості ґрунту і погодних умов. Оптимальне значення РН сол. для жита 5-6, але на його врожай негативно впливає сильнокисла реакція ґрунтового розчину. Оскільки жито висівають переважно на кислих дерново-підзолистих ґрунтах, то їх вапнування – один із заходів підвищення його врожаїв. Воно є культурою помірно холодного клімату. В жита озимого коренева система розвинена краще, ніж у пшениці озимої. З осені воно краще кущиться і розвиває кореневу систему, а навесні досить швидко відновлює вегетацію, що дає змогу рослинам інтенсивно використовувати вологу. Закладання стебла і колоса в жита відбувається ще восени у фазу кущіння рослин. Подальше формування колоса продовжується напровесні. Тому найвідповідальніші періоди в живленні жита озимого – від появи сходів до входження в зиму, а також відновлення вегетації на весні. Восени воно засвоює значну кількість фосфору і калію та потребує посиленого живлення ними. Фосфор інтенсивно засвоюється рослинами і стимулює розвиток кореневої системи, калій сприяє процесу кущіння. За достатнього фосфорного і калійного живлення рослини добре зміцнюються і накопичують велику кількість цукрів, що має велике значення для перезимівлі. Вносити чи не вносити азотні добрива восени залежить від низки чинників. Частину азоту (20-30 кг/га) вносять під час передпосівної культивації або в рядки після не бобових попередників, а також на супіщаних і суглинкових ґрунтах із вмістом гумусу менш як 0,2%. На добре окультурених ґрунтах, після бобових культур при внесенні органічних добрив безпосередньо під жито азотні добрива не додають, оскільки надмірне азотне живлення знижує стійкість рослин узимку. До закінчення фази кущіння посіви жита засвоюють близько третини азоту, чверть фосфору і калію їх загального виносу за період вегетації. Азот і калій жито засвоює до початку цвітіння, а фосфор – до настання фази воскової стиглості зерна.

fppt.com

Максимальне засвоєння елементів живлення (до 70%) припадає на фазу кущіння і виходу в трубку. В цей період відбувається не лише інтенсивний ріст вегетативної маси рослин, а й формування колоса з усіма його органами. Тому жито озиме восени і на провесні має бути забезпечене усіма елементами живлення. Залежно від умов вирощування на формування 1 т зерна і відповідної маси соломи жито виносить з ґрунту 25-30 кг/га N, 12-14 – P_2O_5, 25-30 кг K_2O. Азотні добрива під жито озиме, як і під пшеницю, вносять роздрібно впродовж вегетаційного періоду. Доцільним є внесення азоту напровесні у дозі 30 кг/га та у фазу виходу у трубку – 60 кг/га. Жито відновлює вегетацію навесні дуже рано. Мікробіологічні процеси у ґрунті в цей час відбуваються досить слабо і мобілізація азоту значно відстає від зростаючих потреб у ньому рослин. Тому підживлення жита невисокою дозою азоту навіть за достатнього внесення добрив з осені і доброго попередника дає високий ефект. Чим пізніше проведено сівбу, тим важливіше підвищення дози азотних добрив 60-80 кг/га д. р. для першого підживлення для стимуляції кущіння рослин.

Жито озиме, порівняно з пшеницею, вибагливіше до забезпечення мікроелементами, особливо на бідних на вміст їх рухомих сполук ґрунтах. Борні добрива доцільно застосовувати на торфових, дерево-підзолистих і опідзолених ґрунтах. На цих ґрунтах, легких за гранулометричним складом, потрібно вносити мідні добрива. Цинк застосовують на всіх типах провапнованих ґрунтів та за високого вмісту в них рухомих сполук фосфору.

fppt.com

Ячмінь дуже чутливий до удобрення, швидко реагує наростанням біомаси, збільшенням кущистості. Високий рівень живлення призводить до раннього вилягання посівів. Добрива виливають на біохімічний склад зерна. Це потрібно враховувати при вирощуванні пивоварного ячменю.

Ячмінь добре використовує післядію органічних добрив. Тому їх слід вносити під попередник, а безпосередньо під ячмінь вносити лише мінеральні добрива. Норми мінеральних добрив під ярий ячмінь потрібно розраховувати, як і під інші культури.

Дослідами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ встановлено, що на фоні без застосування добрив сорти ячменю ярого формували врожайність в середньому за роки досліджень у межах від 1,94 до 2,75 т/га залежно від попередників лише за рахунок сівозміни.

Вирощування ячменю ярого на фоні післядії гною (30 т/га) сприяє підвищенню урожайності у сортів на 0,66-0,92т/га; із застосуванням мінеральних добрив в основне внесення в обмеженій дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ – на 0,92-1,55 т/га; а вносячи $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,20-1,77 т/га порівняно з тими результатами, де добрив не вносили.

fppt.com

Найбільшу прибавку зерна в досліді (+1,77 т/га) отримано у сорту Взірець на фоні з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні після попередника кукурудза на зерно. Конкурентоспроможну врожайність у досліді – 4,12 т/га – отримано у сорту Взірець при вирощуванні після попередника буряки цукрові із застосуванням $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основне внесення.

Таблиця . Урожайність сортів ячменю ярого залежно від попередника та фону живлення, 2009-2011 рр., т/га

Сорт (С)	Фони живлення (В)				Середнє по сорту
	без добрив	післядія гною 30 т/га (фон)	фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$	
Попередник – буряки цукрові (А)					
Доказ	2,65	3,39	3,76	4,03	3,46
Взірець	2,75	3,48	3,87	4,12	3,56
Парнас	2,67	3,35	3,59	3,95	3,39
Середнє по фону	2,69	3,41	3,74	4,03	3,47
Попередник – кукурудза на зерно (А)					
Доказ	1,95	2,75	3,19	3,61	2,88
Взірець	1,94	2,86	3,49	3,71	3,00
Парнас	2,01	2,70	3,51	3,62	2,96
Середнє по фону	1,97	2,77	3,40	3,65	2,95
Попередник – соя1 (А)					
Доказ	2,18	3,02	3,21	3,31	2,93
Взірець	2,44	3,10	3,58	3,64	3,19
Парнас	2,12	2,90	3,50	3,42	2,98
Середнє по фону	2,24	3,01	3,43	3,46	3,03

$НІР_{05}$ за факторами: А (попередник) – 0,15 т/га, В (фон живлення) – 0,17 т/га, С (сорт) – 0,15 т/га, АВ – 0,30 т/га, АС – 0,26 т/га, ВС – 0,30 т/га, АВС – 0,51 т/га

Примітка: урожайність сортів ячменю ярого на фоні N30P30K30 в середньому за 2009-2010 рр.

Примітка: урожайність сортів ячменю ярого на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ в середньому за 2009-2010 рр.

Таким чином, при оптимізації фону живлення встановлено, що сучасні сорти ячменю ярого найкраще реагують на застосування мінеральних добрив в основне внесення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні післядії гною 30 т/га.

fppt.com

3.Удобрення кукурудзи

Кукурудза потребує значно вищих норм добрив, ніж інші зернові культури. За багатьма узагальненими даними на формування 1 т зерна з відповідною кількістю стебел і листя у середньому використовується 24-32 кг азоту, 10-14 кг фосфору, 25-35 кг калію, по 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза. Залежно від рівня урожайності засвоюється різна кількість поживних речовин.

Азот

Азот має найбільший вплив на рівень урожайності. На початкових фазах росту засвоєння азоту незначне (3-5 %). Зменшення засвоєння азоту через низькі температури навесні спричиняє пожовтіння рослин і гальмування їх росту. Інтенсивніше азот надходить у рослину, починаючи з фази 6-8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2-3 % азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків (волосся) на качанах засвоюється приблизно 85 % загальної кількості азоту. Орієнтовно це припадає на період з другої декади червня до другої декади серпня. Ще 10-13 % азоту в рослину надходить у фазах достигання.

Кукурудза формує велику кількість біомаси, тому має підвищену потребу серед зернових культур у забезпеченні елементами живлення, особливо азотом.

За нестачі азоту формуються низькорослі рослини з дрібними світло-зеленими листками.

Критичний період засвоєння азоту - фаза цвітіння. У цей час висока температура сприяє проходженню процесів мінералізації і вивільнення азоту з ґрунту, який кукурудза використовує найкраще серед зернових культур. Тому норму внесення мінерального азоту орієнтовно встановлюють з розрахунку N_{15} на 1 т зерна на родючих ґрунтах і N_{20} на 1 т зерна на бідніших ґрунтах. За врожайності 8 т зерна необхідно внести N_{120} (8 т х 15 кг) - N_{160} (8 т х 20 кг). За врожайності 10 т зерна кукурудза використовує орієнтовно $N_{150\text{-}200}$.

Норму внесення азоту встановлюють балансовим методом на основі виносу з ґрунту та за даними експериментальних досліджень науково-дослідних установ.

Кукурудза добре реагує на внесення карбаміду або суміші карбаміду й аміачної селітри у співвідношенні 1:1. Вносять добрива за 10 днів до сівби під культивацію. Спочатку засвоюється нітратний азот як найбільш рухомий і доступний. Амонійна форма азоту не вимивається з ґрунту, акумулюється в орному шарі і засвоюється рослинами пізніше. Частина трансформується у нітратну форму. Амідна форма азоту використовується рослинами в останню чергу, після переходу її в амонійну та нітратну форми.

За умови використання карбаміду під культивацію немає потреби у проведенні підживлень. Карбамід - високоефективне азотне добриво для кукурудзи.

fppt.com

Фосфор

Фосфор засвоюється кукурудзою у меншій кількості, ніж азот чи калій. Цей елемент живлення особливо важливий для рослини у двох фазах. У початковій фазі росту фосфор забезпечує оптимальний розвиток кореневої системи кукурудзи та інтенсивний початковий ріст рослини. Він входить до складу нуклеїнових кислот, впливає на енергообмін, відіграє важливу роль у нагромадженні вуглеводів, регулює процеси дихання, фотосинтезу тощо.

Друга фаза, коли найбільш потрібний фосфор, наступає під час формування генеративних органів.

За нестачі цього елемента листки набувають фіолетово-вишневого кольору, затримуються фази цвітіння і достигання. Важливо враховувати, що нестачу фосфору в ранні фази росту неможливо компенсувати внесенням його у пізніші строки.

Засвоєння фосфору покращується при вапнуванні ґрунтів. Проте кукурудза на початкових фазах росту, за низьких температур (менше 10-12 °С) або браку вологи слабо засвоює фосфор. Тому вищу ефективність забезпечують добрива, що містять легкодоступні форми фосфору (амофос у нормі 1,0-1,5 ц/га).

Серед зернових кукурудза засвоює ***калій*** найбільше з усіх елементів живлення. Якщо в ґрунті не вистачає калію, то молоді рослини сповільнюють ріст, зменшується фотосинтез, листки спочатку стають жовто-зеленими по краях, а потім жовтими. Верхівки і краї листків засихають, ніби від опіків. Калій інтенсивно засвоюється від фази 5-6 листків до цвітіння. Він оптимізує водний режим рослин та покращує засвоєння азоту, підвищує стійкість до вилягання, до стеблової гнилі та інших хвороб, важливий для формування качанів, оскільки впливає на переміщення вуглеводів з листків до качанів.

fppt.com

Кількість засвоєного рослиною калію має прямий кореляційний зв'язок з урожайністю зерна. За даними W. Grzebisz (KukurudzaInformacie, 2008), за високої урожайності кукурудзи зростають обсяги засвоєння калію порівняно з іншими елементами. Урожайність вище 80 ц/га може формуватися за умови доброго забезпечення калієм (табл.). Співвідношення елементів живлення змінюється з N: P: K = 1:0,4:0,7 (для 50 ц/га) до N: P: K = 1:0,34:1,2 (для 80 ц/га).

Таблиця. Засвоєння елементів живлення за різних рівнів урожайності з розрахунку на 1 т зерна і відповідну кількість побічної продукції (за W. Grzebisz, 2008)

Урожайність зерна, ц/га	Обсяги засвоєння елементів живлення 1 т зерна та їх співвідношення						
	N	P_2O_5	K_2O	S	MgO	B	Zn
	кг/т					г/т	
Середня, 50 ц/га	26	10	18	2,6	5,0	20	50
	1,0	0,40	0,70	0,10	0,20	-	-
Висока, 80 ц/га	20	9	24	2,2	7,0	20	40
	1,0	0,34	1,2	0,10	0,25	-	-

Добра забезпеченість калієм сприяє ефективному використанню вологи, підвищує стійкість до посухи. Калій оптимізує водний режим рослини у фазі цвітіння. У засушливих умовах достатня кількість калію забезпечує добре озернення качанів. Із калійних добрив під кукурудзу вносять хлористий калій, калійну сіль, калімагнезію та ін.

fppt.com

Кальцій, магній

Кукурудза дуже чутлива до нестачі кальцію і магнію. Особлива функція кальцію - нейтралізація органічних кислот, що утворюються у тканинах, насамперед щавлевої. Дефіцит кальцію проявляється за високих норм внесення NPK, на кислих ґрунтах.

Для більшості типів ґрунтів оптимальне значення pH знаходиться у межах 6,0-7,0. Кальцій покращує засвоєння внесених мінеральних добрив, нейтралізує важкі метали в ґрунті, пришвидшує розклад рослинних решток, поліпшує структуру ґрунту та мікробіологічну активність.

У системі удобрення культур застосовуються в основному фізіологічно- та хімічно-кислі мінеральні добрива, які сприяють витісненню кальцію з ґрунтового вбирного комплексу. Брак кальцію призводить до зростання втрат гумусу, і як результат - до погіршення фізичних, фізико-хімічних, біологічних властивостей ґрунту (збільшується його питома щільність, погіршується структура, буферність ґрунту, зменшується його забезпеченість елементами мінерального живлення та ступінь насичення ґрунту основами).

Повна норма вапнякових матеріалів (2-6 т/га) вноситься один раз на 7-8 років під оранку.

Нижчу врожайність формує кукурудза на ґрунтах, бідних на магній. Магній входить до складу хлорофілу, бере участь у синтезі амінокислот. Нестача магнію проявляється за несприятливих ґрунтових і погодних умов, у разі зруйнованої структури ґрунту і негативно впливає на процеси цвітіння та запилення, що обмежує зав’язування качанів, зменшує їх озерненість. Критична фаза - зав’язування і формування зерна.

fppt.com

Сірка

За нестачі сірки гальмується ріст рослин. Знижується ефективність внесення азотних добрив. Качани можуть гірше виповнюватися зерном (черезззерниця), листки набувають світло-зеленого або жовтого кольору внаслідок розпаду хлорофілу. Недобір 1 кг діючої речовини цього елемента унеможливлює використання майже 10 кг азоту. Компенсувати незначний брак магнію і сірки можна за допомогою листкового внесення сірчанокислого магнію одночасно з карбамідом (табл. 3). За значного дефіциту цих елементів живлення обов'язковим є основне внесення їх з добривами, що містять магній і сірку.

Таблиця 3. Листкове підживлення кукурудзи

Терміни обприскування	Концентрація карбаміду,%	Концентрація сірчанокислого магнію,%	Мікродобрива для листкового внесення
Фаза 7–8 листків	6	5	так
Через 7–8 днів після першого обприскування	6	5	так
Через 7–8 днів після другого обприскування	6	5	так

Норма внесення сірки під кукурудзу - орієнтовно S_{30-40}.

fppt.com

Особливості внесення

Норма мінеральних добрив розраховується на запланований урожай і змінюється залежно від типу ґрунту, попередника, наявності органічних добрив. Для Лісостепу вона становить орієнтовно $N_{80-140}P_{80-100}K_{70-120}$.

Всю норму фосфорних і калійних добрив необхідно внести восени під оранку, азотні вносять під весняну культивацію. Складні добрива (нітроамофоска та інші) найбільш ефективні при внесенні навесні під культивацію за 10-14 днів перед сівбою і ретельному вимішуванні гранул добрив із ґрунтом. Норма внесення 5-8 ц/га.

Кукурудза добре реагує на листкове підживлення 6 % розчином карбаміду (6 кг карбаміду на 100 л води). Обприскують посіви зранку або ввечері, коли температура є нижчою. Найкраще підживити рослини від фази 7-8 листків впродовж трьох тижнів 1-3 рази через 7-8 днів. Одночасно вносять мікроелементи та водорозчинний сірчанокислий магній ($MgSO_4$ 5 % концентрації) (табл. 3).

Вплив добрив на якість зерна

Оптимальне забезпечення рослин фосфором і калієм збільшує стійкість кукурудзи до термічного стресу і нестачі води, поліпшує амінокислотний склад білка. Фосфор і магній сприяють кращому виповненню зерна, забезпечують рівномірне і швидше достигання урожаю. Найбільший вплив на якість зерна має азот, який, крім збільшення урожайності, сприяє підвищенню вмісту білка і жиру в зерні.

Мікроелементи

Роль мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B) у мінеральному живленні рослин як складової ферментативних систем - біокаталізаторів важко переоцінити.

За даними Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. А. Н. Соколовського УААН, із 32 млн га орних земель в Україні 18 млн га (56 %) мають низький вміст рухомого цинку (близько 0,20 мг/кг), 2,5 млн га (8 %) рухомої міді (1,5-1,9 мг/кг), 8 млн га (25 %) рухомого бору (0,3-0,5 мг/кг).

fppt.com

Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами. Рослини засвоюють з ґрунту незначну частину мікроелементів, які знаходяться у рухомій легкодоступній формі, а нерухомі валові запаси мікроелементів можуть бути доступні для рослин після проходження складних мікробіологічних процесів у ґрунті за участю гумінових кислот і кореневих виділень. Тому валовий вміст мікроелементів не відображає реальної картини забезпечення рослин мікроелементами.

Мікроелементи у формі неорганічних солей доступні для рослин у дуже незначних кількостях і переважно на кислих ґрунтах, лише молібден засвоюється рослинами на слабколужних ґрунтах.

Рослини кукурудзи потребують для свого живлення мікроелементи. У процесі вегетації вони поглинають до 800 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, 70 г/га бору, 50-60 г/га міді. Дуже чутливі до нестачі цинку, середньо чутливі до браку бору і міді, а на лужних ґрунтах - до марганцю.

Цинк - основний мікроелемент для кукурудзи. Він бере активну участь в ензиматичних та процесах обміну, а також синтезі протеїнів, хлорофілу і вітамінів В, Р, С, впливає на процеси росту і розвитку, підвищує стійкість до несприятливих умов, зокрема приморозків. Підвищений вміст сполук фосфору у ґрунті призводить до нестачі цинку. За значного дефіциту цинку на рослинах можуть не зав’язуватися качани. Зменшується ріст рослин через скорочення довжини міжвузлів. Ознакою нестачі цинку є жовті смуги на молодих листках з обох боків між жилками, а також жовтий або білий колір всієї поверхні молодого листя.

fppt.com

Бор позитивно впливає на цвітіння і зав'язування качанів, процеси дихання. Нестача бору гальмує ріст рослин. Через нестачу бору, особливо на легких ґрунтах, спостерігається кущення рослин кукурудзи, скорочення міжвузлів, качани деформовані і частково не містять насіння, на листі з'являються сірі, довгасті некротичні плями, молоде листя скручується, поверхня листа набагато менша. Завдяки бору покращується склад поживних речовин у рослинах та їх стан, підвищується якість та кількість пилку, утворюється більше насіння в качані, підвищується урожайність.

Мідь впливає на збільшення вмісту білка і цукру в зерні, підвищує урожайність, стійкість до ураження хворобами. Нестача міді може з'явитися при внесенні великих норм азоту і фосфору під час сухої і теплої погоди.

Ефективним способом забезпечення рослин мікроелементами є листкове підживлення, головним чином у фазах інтенсивного росту і розвитку, коли елементи живлення необхідні у великих кількостях, а коренева система не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі до потреби. У стресових ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) позакореневе підживлення є практично єдиним способом забезпечення деякими елементами живлення, особливо мікроелементами. Навіть невелика їх кількість є дуже корисною, оскільки макро- і мікроелементи містяться у легкодоступній формі і швидко проникають у рослину.

Мікродобриво **«Нутрівант Плюс зерновий»** на кукурудзі рекомендується застосовувати у критичні фази росту та розвитку (у фазі 3-5 листків та 6-8 листків) по 2 кг/га.

Мікродобриво **«Квантум-кукурудза»** використовується для передпосівної обробки з нормою 3,5 л/т та для листкового внесення: 1 л/га «Квантум-кукурудза» у фазі 2-4 справжніх листків + 3 л/га у фазі 6-8 листків.

Інтермаг-кукурудза (2 л/га) вносять у фазі 3-6 листків та з такою ж нормою плюс Хелат цинку профіт маг (0,5 кг/га) вдруге у фазі 6-10 листків.

fppt.com

4.Удобрення проса, гречки, рису

CEREALS

Просо позитивно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Застосування добрив підвищує врожайність проса на 4-9 ц/га. Удобрюють просо переважно мінеральними добривами. Повне мінеральне добриво забезпечує прибавку врожаю до 8 - 9 ц/га. Вносити гній під просо не слід, бо в його складі є багато насіння бур'янів. Краще використовувати післядію гною, внесеного під попередник.

Мінеральні добрива рекомендується вносити в таких дозах: на Поліссі по 60-70 кг/га азоту, фосфору і калію; у Лісостепу 50-70 к г / г а азоту і по 40-60 кг/га фосфору і калію; у Степу 40-60 кг/га азоту, 40-50 кг/га фосфору і 30-40 кг/га калію. Фосфорні і калійні добрива вносять під оранку, азотні - в передпосівну культивацію. У рядки під час сівби необхідно внести гранульований суперфосфат в дозі 10-15 кг/га діючої речовини. Використання частини азотних добрив для підживлення доцільно на широкорядних посівах в дозі 15-20 кг/га при першому міжрядному обробітку. Проведення позакореневих підживлень у період наливу зерна можливе тільки з метою збільшення білка в зерні.

На вилугуваних чорноземах, сірих лісових і підзолистих ґрунтах добрі наслідки одержують від внесення фосфоритної муки. Кислі ґрунти вапнують, вносячи 3 - 5 т/га вапняних добрив.

fppt.com

Гречка, внаслідок недостатньо розвиненої кореневої системи і високої вимогливості до поживних речовин, добре реагує на удобрення. При формуванні 20 ц/га врожаю зерна вона виносить з ґрунту 90 кг азоту, 60 кг фосфору і понад 150 кг калію. Органічні добрива безпосередньо під гречку не вносять. Використовують післядію органічних добрив, внесених під попередники. **Удобрюють гречку лише мінеральними добривами.**

Залежно від родючості ґрунту і якості попередника середні норми мінеральних добрив в умовах України такі: азоту - 30-60, фосфору - 45-60 і калію - 30-60 кг/га. Фосфорні і калійні добрива вносять перед зяблевою оранкою, азотні - під першу весняну культивацію. Обов'язковим є внесення добрив у рядки під час сівби гречки. Для цього використовують на Поліссі і в Лісостепу нітрофоски або нітроамофоски з розрахунку по 10 кг/га азоту, фосфору і калію; у Степу - гранульований суперфосфат (10 кг/га фосфору).

Позитивний вплив на врожай має також внесення в рядки гранульованого суперфосфату, збагаченого мікроелементами (бор, марганець, молібден та ін.). Якщо добрива до сівби гречки не внесені, її підживлюють на початку бутонізації фосфорно-калійними добривами в дозі від 20 до 30 кг/га фосфору і калію, а на бідних ґрунтах - повним мінеральним добривом з розрахунку по 30 кг/га азоту, фосфору і калію.

Враховуючи негативну реакцію гречки на хлор, калійні хлорвмісні добрива слід вносити завчасно під зяблеву оранку, що забезпечує вимивання хлору за межі кореневмісного шару. Проте краще використовувати безхлорні калійні добрива - калімагнезію, сірчанокислий калій, калійну селітру, поташ, калімагнезієвий концентрат, попіл та ін. Хлор викликає плямистість листя і зменшує вміст у них хлорофілу, а отже, послаблює процеси фотосинтезу рослин і зменшує їх продуктивність.

Потрібно враховувати, що коренева система гречки має здатність засвоювати поживні речовини, особливо фосфор із важкорозчинних сполук і під неї ефективне внесення фосфорного борошна. Дерново-підзолисті ґрунти під гречку треба вапнувати, доводячи реакцію ґрунтового розчину до слабокислої або нейтральної.

fppt.com

З урожаєм 60 ц/га зерна, ***рис*** виносить з ґрунту 110-130 кг/га азоту, 60 кг/га фосфору і 150-170 кг/га калію. Азоту рослини найбільше потребують під час сходів, формування генеративних органів, наливу зерна. Майже 70% азоту засвоюється рослинами до цвітіння. Основна частина фосфору (90%) і калію (80%) використовується від початку кущіння до цвітіння. Враховуючи невелику рухливість фосфору і калію в ґрунті, всю норму цих добрив дають в основне внесення.

Особливо для рису потрібні азотні добрива. Під водою пригнічуються процеси нітрифікації, частина азоту вимивається в нижні шари ґрунту і посіви недостатньо забезпечуються доступними сполуками азоту.

Органічні добрива (60 т/га) вносять, якщо рис сіють по рису. Мінеральні добрива вносять у нормі NPK_{60-90}. Після люцерни у перший рік вносять $N_{60-40}P_{60-90}K_{60}$, на другий і третій рік норму добрив збільшують до $N_{120-150}P_{90-120}K_{60-90}$. Фосфорні і калійні добрива вносять як основне удобрення. При достатньому забезпеченні калієм, його можна не вносити. Азотні добрива (50-70%) вносять як основне удобрення (під культивацію), решту використовують для двох підживлень: перше у фазі сходів, друге у фазі кущіння.

fppt.com

5. Удобрення зернобобових культур: горох, соя

Горох, формуючи врожай, виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин: на 100 кг зерна 4,5-6,0 кг азоту, 1,6-2,0 кг фосфору, 2,0-3,0 кг калію, 2,5-3,0 кг кальцію, 0,8-1,3 кг магнію і мікроелементи (молібден, бор та ін.). Оскільки горох є азотфіксуючою культурою, і азотом значною мірою забезпечується завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, його посіви удобрюють переважно фосфорними та калійними добривами, які сприяють кращому розвитку кореневої системи, підвищують активність бульбочкових бактерій. Проте на бідних дерново-підзолистих та інших ґрунтах (при вирощуванні гороху, наприклад, після кукурудзи, яка засвоює з ґрунту багато азоту) під горох слід вносити, крім фосфору й калію, також азот.

Фосфорні і калійні добрива вносять, як правило, врозкид машинами РУМ-5, РУМ-8, ІРМГ-4 під основний обробіток ґрунту, азотні — під передпосівну культивацію. Фосфорні добрива дозою 10-15 кг д.р. вносять також у рядки під час сівби гороху. Середні норми добрив — 60 кг/га фосфору, калію і 45 кг/га азоту. Для стимуляції життєдіяльності бульбочкових бактерій вносять мікродобрива в рядки 50-70 кг/га гранульованого молібденізованого суперфосфату. Розчином молібдату амонію можна обприскувати також насіння із розрахунку на 1 т насіння 200-300 г препарату, розчиненого в 5-8 л води. Обробляти насіння молібденом доцільно одночасно з обробкою його бактеріальним препаратом ризоторфіном у день сівби.

Кислі ґрунти при вирощуванні гороху треба обов’язково вапнувати, вносячи 6-7 т/га дефекату, солонцюваті — гіпсувати (4-5 т/га гіпсу).

Органічні добрива безпосередньо під горох не вносять, бо вони викликають надмірне зростання вегетативної маси.

fppt.com

Застосування добрив для ***сої*** є специфічним, враховуючи її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу із бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами та поглинати фосфор із важкодоступних сполук з ґрунту.

Ефективність добрив залежить від типу, родючості ґрунту, вмісту в ньому доступних форм елементів живлення, кислотності ґрунтового розчину, активності біологічної азотфіксації, сортової реакції на добрива, видів добрив, погодних умов та інших факторів. Чітко проявляється залежність ефективності використання добрив від поліпшення вологозабезпеченості рослин.

Бактеріальні добрива на основі бактерій Rhizobium japonicum (ризоторфін, нітрагін та інші) мають першочергове значення. Без наявності азотфіксуючих бактерій (різобій) рослини сої не можуть засвоювати атмосферний азот. У природних умовах за відсутності в ґрунтах різобій не відбувається зараження сої ними і симбіотрофний процес. На кореннях сої не можуть розвиватися бульбочкові бактерії інших бобових культур (гороху, квасолі, люцерни та ін.), тому для неї необхідна наявність тільки своїх специфічних штамів.

Ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив у сої суттєво залежить від сорту та умов вирощування рослин. Приріст урожайності від інокуляції може бути вищий, ніж від внесення азотних добрив.

До 70 % від загального споживання азоту соя споживає завдяки біологічній фіксації його з повітря шляхом симбіотичної діяльності з бульбочковими бактеріями. За даними окремих дослідників, за оптимальних умов для діяльності бульбочкових бактерій азотні добрива в посівах сої можна взагалі не застосовувати. За іншими даними, для нормального росту й розвитку рослин обов’язково слід вносити стартові дози азоту. На бідних гумусом ґрунтах та за недостатнього росту рослин можна після ґрунтової діагностики внести 30–40 кг діючої речовини азоту на гектар.

fppt.com

За даними М. Я. Шевнікова та інших дослідників, високий вміст мінерального азоту у ґрунті затримує формування бульбочок, знижує інтенсивність азотфіксації, але невеликі дози азоту можуть стимулювати процеси його засвоєння бульбочковими бактеріями з повітря. Середні і високі дози зв'язаного азоту знижують ефективність функціонування симбіотичної системи, не завжди сприяють збільшенню урожайності, а в деяких випадках ведуть до її зниження. Дія стартових доз азотних добрив на урожайність сої також залежить від сорту, штаму бульбочкових бактерій, умов вирощування тощо. Отже, на сьогодні серед дослідників ще немає єдиної думки щодо доцільності застосування азотних добрив у технології вирощування сої.

Внесення стартових доз азотних добрив у технології вирощування сої є обов'язковим агроприйомом. Те, що соя за допомогою бульбочкових бактерій здатна засвоювати атмосферний азот, не вказує на те, що застосовувати азотні добрива для неї непотрібно. Не варто забувати і про те, що для утворення 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції соя виносить з ґрунту близько 70 кг азоту, 25 кг фосфору та 40 кг калію. Отже, не зовсім правильним є твердження, що соя як бобова культура залишає після себе в ґрунті багато азоту, який засвоюється наступними культурами сівозміни, адже винос цього елемента з ґрунту рослинами сої удвічі (!) вищий, ніж рослинами соняшнику.

Визначати потребу азотного підживлення сої можна за розвитком бульбочок на кореневій системі: якщо їх мало (менше 5 на одну рослину) і вони сірі всередині — є потреба в підживленні, якщо бульбочок багато, вони крупні та рожеві на зрізі — азотфіксація відбувається активно, і підживлення не потрібне.

fppt.com

Насіння сої обробляють бактеріальними препаратами у день сівби, запобігаючи потраплянню прямого сонячного світла (наприклад, у критих приміщеннях). Інокуляція насіння бактеріями збільшує врожайність зерна в середньому на 15–20 % та підвищує вміст білка в насінні. Особливо важливо проводити інокуляцію насіння за сівби на площах, де раніше соя не вирощувалася. У разі застосування фунгіцидів проти патогенних мікроорганізмів насіння сої обробляють ними не пізніше ніж за 15–20 діб до обробки їх бактеріальними препаратами.

Соя нерівномірно споживає елементи живлення впродовж вегетації і виносить з однією тонною урожаю 50–73 кг N; 14–19 кг P_2O_5; 28–29 кг K_2O; 8,6–10 кг MgO; 21 кг CaO; 4 кг S. Від сходів до цвітіння соя засвоює 5,9–6,8 % азоту, 4,6–4,7 % фосфору і 7,6–9,4 % калію від загального споживання за вегетацію. Найбільше споживання елементів живлення відбувається під час цвітіння, формування бобів, початку наливу насіння. У цей період вона споживає відповідно 57,9–59,7 %, 59,4–64,7 % і 66,0–70,0 %; від початку наливу зерна до кінця дозрівання — 33,7–36,3 %, 30,6–36,0 % і 18,9–26,4 % відповідно. В азотному живлені критичний період для сої — 2–3 тижні після цвітіння; в фосфорному — перший місяць її життя.

Традиційно оптимальними дозами внесення мінеральних добрив є $N_{40}P_{60}K_{60}$ у ланці сівозміни: зайнятий пар (горох) - озимі зернові-соя; і $N_{90}P_{60}K_{60}$ в ланці сівозміни: чорний пар-озимі зернові-буряки цукрові-ячмінь-соя. Добрива варто вносити восени під основний обробіток ґрунту.

fppt.com

CEREALS

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ № 17

ТЕМА: “УДОБРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР”

fppt.com

ПЛАН

1. Живлення та удобрення соняшнику.
2. Особливості системи удобрення цукрових буряків.
3. Система застосування добрив для ріпаку озимого.
4. Удобрення картоплі.

fppt.com

1. Живлення та удобрення соняшнику

Соняшник має добре розвинену кореневу систему, що проникає на глибину 3–4 м, а в горизонтальному напрямку на 0,8-1,2 м, тому рослини засвоюють вологу та елементи живлення з глибоких шарів ґрунту. Він добре використовує фосфор і калій ґрунту, а також післядію раніше внесених добрив, здатний засвоювати фосфор із важкорозчинних сполук ґрунту і добрив, а калій – з важкорозчинних сполук ґрунту. Соняшник є калієфільною культурою. Для формування 1 т насіння та відповідної кількості вегетативних органів він вилучає з ґрунту 40-55 кг N, 15-25 – P_2O_5, 100-150 кг K_2O.

Традиційно вважали, що соняшник виснажує ґрунт. Однак ці твердження перебільшені, бо повернення елементів живлення з рослинними рештками відносно їх господарського виносу в соняшнику становить: N – 74 %, P_2O_5 – 54, K_2O – 94 %, а, наприклад, у ріпаку: N – 60 %, P_2O_5 – 36, K_2O – 71 %; кукурудзи: N – 51 %, P_2O_5 – 34, K_2O – 98 %; сої: N – 27 %, P_2O_5 – 28, K_2O – 28 %; зернових колосових: N – 24–32%, P_2O_5 – 17–18, K_2O – 68–72 %.

Найліпше соняшник росте на чорноземних ґрунтах з pH 6,0-7,0. У процесі вегетації він засвоює елементи живлення нерівномірно. На початку росту потребує небагато елементів живлення, але засвоєння їх випереджає темпи приросту сухої речовини. Так, за перший місяць вегетації соняшник використовує 15 % азоту, 10 – фосфору і 10 % калію, хоча накопичення органічної речовини за цей час не перевищує 5 % максимальної величини. Незважаючи на те що на початковій стадії (2–3 листки) соняшник росте повільно, в цей період закладається кошик. За наступні 1,5 міс, коли формуються кошики і до кінця цвітіння, соняшник інтенсивно споживає елементи живлення, засвоює 80 % азоту, 70 – фосфору і лише 50 % калію. Решта (40 %) калію надходить у рослини від фази наливання насіння до початку достигання. Засвоєний у цей час азот активізує утворення тканин, які запасають олію, а підвищений рівень живлення фосфором сприяє накопиченню її в насінні.

fppt.com

Після завершення формування кошиків засвоєння елементів живлення соняшником зменшується. Водночас азот, що надходить у рослини у фазу наливання насіння, пришвидшує процес утворення білків замість жирів, а фосфор сприяє інтенсивнішому синтезу нуклеїнових кислот і фосфоліпідів, підвищує вміст лінолевої кислоти і водорозчинної фракції білків в олії. Калій активізує обмінні процеси в рослинах, сприяє інтенсивнішому накопиченню олії в насіннєві соняшнику. Соняшник – дуже калієфільна культура: якщо вміст рухомих сполук калію в ґрунті низький, то рівень його врожаю прямо залежить від норм внесення калійних добрив.

У живленні соняшнику умовно виділяють три періоди: перший – від появи сходів до формування кошика, коли рослини помірно засвоюють азот і калій та посилено – фосфор; другий – від початку формування кошика до початку цвітіння, коли рослини посилено засвоюють усі елементи живлення; третій – від початку цвітіння до початку наливання сім'янок і достигання, коли рослини знову помірно засвоюють азот і фосфор та посилено – калій.

Основні елементи живлення по-різному впливають на ріст, розвиток і продуктивність соняшнику. **Азот** у поєднанні з іншими елементами живлення посилює ріст рослин, сприяє формуванню крупніших рослин і кошиків. Проте надмірне азотне живлення призводить до утворення великої вегетативної маси, нераціонального використання води, що спричиняє нестачу вологи в критичні фази розвитку соняшнику (цвітіння і наливання сім'янок). Підвищується його чутливість до шкідників і хвороб, наприклад вертицильозу. При цьому також збільшується вміст білка і зменшується накопичення олії в насінні. Сприятливіше на врожай і якість насіння впливає помірне азотне живлення на початку вегетації – до утворення кошиків та після цвітіння і посилене – в міжфазний період від бутонізації до цвітіння. За нестачі азоту врожай знижується через зменшення кількості сім'янок у кошику. **Фосфор** сприяє розвитку кореневої системи соняшнику, закладанню репродуктивних органів із більшою кількістю квіток у кошику. За оптимального фосфорного живлення пришвидшується розвиток рослин, економніше витрачається волога, більше накопичується олії в насінні. За своєю дією азотні та фосфорні добрива доповнюють одне одного. Велике значення в живленні соняшнику має також калій, який поліпшує процес фотосинтезу і вуглеводний обмін у рослинах.

fppt.com

Незважаючи на високу потребу в ньому, він середньо діє на рівень урожаю. Магній бере участь в обміні азоту, фосфору та синтезі білків. За його нестачі, починаючи з верхівок і країв і далі між жилками листки жовкнуть. Старі листки уражаються першими, в'януть. Нестача магнію в живленні соняшнику виявляється на піщаних і кислих ґрунтах, а також за високого вмісту калію в ґрунті та за низьких температур. Магнієві добрива вносять у ґрунт у дозі 50-80 кг/га MgO або проводять листкові підживлення.

Поліпшення живлення сіркою підвищує засвоєння рослинами азоту, вміст олії та врожай соняшнику. За її дефіциту молоді листки набувають блідо-зеленого або жовтого забарвлення, уражаються плямистим хлорозом. Ріст рослин пригнічується. Нестача сірки в живленні соняшнику виявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу, з кислою реакцією ґрунтового середовища, погано аерованих, з низьким умістом гумусу.

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Соняшник добре реагує на післядію органічних добрив, тому в сівозміні його висівають після культур, під які вносили гній. Високі прирости врожаю насіння соняшнику отримують за поєднання органічних і мінеральних добрив. Залежно від умов зволоження внесення 20–30 т/га гною забезпечує приріст врожайності насіння 0,2-0,5 т/га. Орієнтовні норми макродобрив становлять по 50-100 кг/га N, P2O5 і K2O. За Ноу-тілл технології реакція соняшнику на азотні добрива виражена чіткіше, особливо в перші роки її застосування. Один кілограм діючої речовини мінеральних добрив скуповується 1,2-1,5 кг насіння соняшнику. Незважаючи на дуже високий винос калію з ґрунту з урожаєм соняшнику, внесення калійних добрив менш ефективне, ніж азотних і фосфорних. Це пояснюється тим. що в регіонах вирощування соняшнику ґрунти містять багато калію і коренева система рослин добре його засвоює.

Гній, фосфорні і калійні добрива вносять під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію. Ефективним є також внесення повного мінерального добрива навесні локально на глибину 12–14 см. Високі результати забезпечує рядкове внесення добрив під час сівби, зокрема на ґрунтах із низьким вмістом рухомих сполук елементів живлення. Доза рядкового удобрення становить **P_{15-30}**. У вигляді суперфосфату або **$N_{10-15}P_{15-30}$** у вигляді комплексних добрив.

fppt.com

Це підвищує врожайність насіння соняшнику на 0,2-0,3 т/га. Підживлення в районах, добре забезпечених вологою, і в роки з достатньою кількістю опадів на полях, де не вносили добрив в основне удобрення, зокрема в рядки, доцільно проводити підживлення азотом (30 кг/га), іноді за доброго вологозабезпечення з додаванням фосфору і калію (20–30 кг/га) у фазу 2–3 пар листків. Листкові підживлення азотними добривами застосовують рідко, лише в разі уповільненого росту рослин (холодний період), а фосфорні – ефективні тільки на початку вегетаційного періоду, вони поліпшують розвиток кореневої системи.

Для соняшнику важливим є рівномірний розподіл добрив по площі. Чергування слабкоудобрених і надмірно удобрених смуг поля призводить до нерівномірного розвитку, зниження стійкості рослин до захворювань, спричинених грибами, нерівномірного достигання врожаю.

Соняшник часто висівають на одному полі через кожні 3–4 роки, що призводить до появи симптомів дефіциту мікроелементів і зниження продуктивності. Критичними щодо цього є фаза 2–3 пар листків та фаза бутонізації (8–10 листків). Нестача вже в перший період бору, цинку, мангану призводить до недобору врожаю. Важливими мікроелементами для соняшнику є цинк, а також молібден, мідь, залізо. Потребу рослин в мікроелементах добре забезпечують позакореневі підживлення.

Соняшник дуже чутливий до нестачі **бору**, особливо під час посухи і на карбонатних ґрунтах. Бор поліпшує стан рослин, забезпечує проростання пилку і запліднення квіток, збільшує кількість сім'янок у кошику, підвищує врожай та його якість. За нестачі цього елемента молоді листки сильно деформуються через відмирання тканин біля їх основи, рослини відстають у рості, головки деформовані, сім'янки нерівномірні. У разі сильної нестачі бору в частини рослин суцвіття не утворюються взагалі, точки росту відмирають. Нестача бору в живленні соняшнику виявляється на піщаних ґрунтах, за високого вмісту азоту або кальцію, низьких температур та під час посухи.

fppt.com

Критичний уміст бору в ґрунті – 0,5–3 мг/кг. У ґрунт вносять 1–2 кг/га д. р. борних добрив. їх ефективність зростає за позакореневого застосування, бо при внесенні в ґрунт значна частина бору переходить у недоступні форми. Листкові підживлення ефективні, якщо їх проводити кілька разів на початку вегетації. Перше позакореневе підживлення необхідне провести у фазу 3–4 пар листків, друге – перед цвітінням 6%-м водним розчином карбаміду з додаванням 200–600 г/га бору. Часто бор застосовують для передпосівної обробки насіння.

Манган активізує ферментативні процеси, бере участь в азотному обміні, процесах фотосинтезу та синтезу білків, сильно впливає на врожайність. Його нестача виявляється у вигляді хлоротичних цяток на молодих листках. При цьому старі та дуже молоді листки не пошкоджуються. Зазвичай на рухомі сполуки мангану бідні ґрунти з високим умістом гумусу, легкого гранулометричного складу, з нейтральною або лужною реакцією, після манганофільних попередників.

Внесення манганових добрив у ґрунт малоефективне, а позакореневі підживлення дають добрі результати.

Молібденове живлення рослин досить великою мірою на врожай. Оскільки внесення молібденових добрив у ґрунт малоефективне, доцільно застосовувати листкові підживлення, особливо на кислих ґрунтах.

Позакореневі підживлення проводять у фази 3–4 та 5–6 пар листків, коли відбувається інтенсивний ріст рослин і закладаються кошики. Найліпше застосовувати мікродобрива у вигляді хелатів і поєднувати їх внесення з обробкою посівів пестицидами, регуляторами росту, попередньо провівши тест на сумісність. Цей захід гарантовано забезпечує рослини мікроелементами в найдоступніших формах і саме в критичний період розвитку, що стимулює коренеутворення і закладання кошика, а отже, й підвищення продуктивності рослин.

fppt.com

2. Особливості системи удобрення цукрових буряків

Буряк цукровий дуже вибагливий до родючості ґрунту ***І ЗОВСІМ*** не переносить кислої реакції ґрунтового середовища. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для його вирощування pH 5,6-7,0. Для отримання високих урожаїв його вирощують на окультурених з нейтральною реакцією або навіть слаболужних ґрунтах (pH 6,5-7,5). Тому ґрунти з pH < 6,5 та гідролітичною кислотністю > 2 смоль/кг обов'язково потрібно вапнувати. Буряк цукровий добре реагує на вапнування, яке зазвичай проводять дефекатом за повною гідролітичною кислотністю. Вносять дефекат безпосередньо під культуру або, з метою зменшення забур'яненості посівів, під попередник – пшеницю озиму. На легших ґрунтах оптимальний pH 5,6-5,8, але для цього потрібно підвищити їх буферність внесенням органічних і фосфорних добрив, оскільки буряк цукровий негативно реагує на зміну реакції ґрунтового розчину в період вегетації.

Буряк цукровий вирізняється високою солестійкістю і в процесі вегетації виносить з ґрунту велику кількість елементів живлення. В середньому на 1 т коренеплодів з відповідною масою гички вилучається 4–5 кг N, 1,5–2 – P2O5, 5–9 кг K2O. Винос елементів живлення великою мірою залежить від внесених добрив, родючості ґрунту і погодних умов. На Поліссі їх винос вищий, ніж у Лісостепу і Степу, що пояснюється більшою часткою гички в урожаї. В умовах зрошення на каштанових ґрунтах вмісту калію в урожаї буряків різко зростає. На чорноземах звичайних і вилужених та особливо сірих лісових ґрунтах кількість азоту і калію в урожаї буряків знижується, а фосфору – підвищується. Ці закономірності змін у хімічному складі рослин переважно визначаються наявністю в ґрунті рухомих сполук основних елементів живлення.

Гичка буряку цукрового – цінне органічне добриво. В 1 т гички міститься 3 кг азоту, 1,5 – P_2O_5, 5–6 кг K_20 з коливанням 50 %. Її врожайність 30-50 т/га відповідає 30 т/га гною.

У динаміці засвоєння елементів живлення буряком цукровим умовно виділяють три періоди: 1) незначне – у перші 45 діб, тобто до формування перших 10 листків; 2) інтенсивне – впродовж наступних 80 діб, тобто в період активного росту листків; 3) поступове спадання інтенсивності всіх процесів – упродовж наступних 30–45 діб.

fppt.com

На початку вегетації, коли рослини мають слаборозвинену кореневу систему, в ґрунті необхідна безпосередньо біля проростаючого насіння достатня кількість доступних елементів живлення. Нестача їх у цей період затримує ріст і розвиток рослин, негативно позначається на подальшому рості коренеплодів і накопичення цукру. В період росту листків у . поживному середовищі має переважати азот, що сприяє швидшому формуванню оптимального фотосинтетичного апарату і забезпечує триваліший період його ефективного функціонування.

Потенціал урожаю буряку цукрового закладається в перші кілька тижнів (4–6 пар листків), коли відбувається вторинне утворення камбіальних кілець. У кільцях вторинного камбію формується два види клітин: здерев'янілі крупні клітини ксилеми, по яких із ґрунту в листки надходить вода і розчинені в ній поживні речовини, та клітини лубу – тонкостінні клітини флоеми. По них із листків до кореня переміщується цукор та інші продукти фотосинтезу. Між кільцями провідних судин знаходяться клітини паренхіми – місце для відкладання цукру. Кількість і розмір цих кілець визначають рівень майбутнього врожаю. Дефіцит вологи, поживних речовин, температурний і гербіцидний стреси сповільнюють ріст камбіальних кілець, що спричиняє недобір урожаю. Після того як потенціал урожаю для кожного кільця закладений, на нього не можуть вплинути навіть найсприятливіші умови. Тому в цей період важливо забезпечити добрий розвиток кореневої системи, щоб волога і поживні елементи були доступними для рослин буряку. Отже, чим повніше буряк у перші кілька тижнів забезпечений азотним живленням, тим вищими будуть урожай і якість коренеплодів.

У період накопичення цукру зниження частки азоту в живленні буряку цукрового позитивно впливає на збір цукру. Дія фосфору і калію залежить від забезпечення буряку цукрового азотом. Тому в системі його живлення велике значення має встановлення оптимальних співвідношень між окремими елементами в різні періоди росту. Це співвідношення забезпечується правильною системою удобрення, яка включає вапнування ґрунту, внесення органічних і мінеральних добрив, оптимальне співвідношення елементів живлення за основного, припосівного внесення та підживлення.

fppt.com

Продуктивність буряку цукрового визначається не лише урожайністю та цукристістю коренеплодів. Велике значення має показник виходу цукру на заводі. який залежить від накопичення в коренеплодах розчинного "шкідливого" азоту, розчинної (лужної) золи, доброякісності очищеного соку, втрат цукру в мелясі та інших показників. Збільшення кількості розчинних форм азоту і золи, особливо солей калію і натрію, в коренеплодах погіршує якість сировини.

Забезпеченість буряку цукрового елементами живлення і співвідношення між ними великою мірою впливає на якість коренеплодів. Тому оптимізацію системи його удобрення потрібно розглядати у взаємозв'язку з родючістю та окультуренням ґрунту, попередниками, густотою насаджень тощо. Всі ці чинники значно впливають на режим живлення рослин і продуктивність буряку цукрового.

З підвищенням норм добрив зазвичай знижується цукристість і погіршуються технологічні якості коренеплодів буряку. Проте, якщо їх вносять в оптимальних кількостях і співвідношеннях з урахуванням родючості ґрунту, особливостей агротехнології, це не відбувається. Тому під час визначення норм добрив, особливо азотних, під буряк цукровий потрібно враховувати, що збір з одиниці площі очищеного цукру досягає свого максимуму за нижчої норми добрив, ніж урожайність коренеплодів.

Внесення фосфорних добрив на азотно-калійному фоні поліпшує якість коренеплодів у результаті підвищення цукристості та зменшення вмісту розчинної золи й азоту. Особливо різко зростають врожай і якість буряку цукрового на ґрунтах, в яких фосфор знаходиться в першому мінімумі. Калій також позитивно впливає на якість цукросировини, зокрема за недостатнього калійного живлення рослин.

fppt.com

Елементи живлення буряк цукровий засвоює впродовж усього вегетаційного періоду. На початку росту він поглинає відносно небагато азоту, фосфору і калію. Проте у цей період його коренева система ще слаборозвинена, тому молоді рослини досить чутливі до наявності в ґрунті рухомих сполук елементів живлення, особливо фосфору. Для оптимального початкового росту буряку цукрового добрива потрібно вносити у рядки. Цей прийом створює сприятливий режим живлення рослин у перші 15–20 діб після появи сходів і не лише пришвидшує ріст рослин, а й підвищує їх стійкість до хвороб, шкідників, несприятливих погодних умов. Традиційно в рядки вносять суперфосфат у дозі 15–20 кг/га д. р. На практиці іноді її збільшують до 30 кг/га. Це виправдано на тих полях, де внесено недостатню кількість фосфорних добрив в основне удобрення. Разом із суперфосфатом застосовують невеликі кількості азотних і калійних добрив, а ще ліпше – замінюють їх на складні (нітроамофоску, нітрофоску та ін.) або складнозмішані добрива. Сходи буряку цукрового негативно реагують на підвищення концентрації ґрунтового розчину під впливом мінеральних добрив. Особливо часто це спостерігається в роки із посушливою весною. Тому в рядки під час сівби вносять невисокі дози добрив $N_{10_15}P_{10_15}K_{10_15}$. Врожайність коренеплодів від цього прийому підвищується на 2–3 т/га, а в умовах достатнього зволоження і зрошення – на 4–5 т/га.

fppt.com

Під час розробляння системи удобрення буряку цукрового варто дотримуватися загального правила: потрібно забезпечити рослини доступними формами елементів живлення на початку вегетації, оптимальний рівень живлення, зокрема азотом, у період інтенсивного формування листкового апарату. Наприкінці вегетації для формування коренеплодів та накопичення в них цукру рослини потребують помірного азотного живлення, але посиленого фосфорного й калійного. Період максимального надходження елементів живлення припадає на липень– серпень.

Буряк цукровий активно реагує на недостатній рівень мінерального живлення. Так, за нестачі азоту сім'ядолі рослин буріють, молоді листки набувають світло-зеленого забарвлення, старіші – жовкнуть і рано відмирають. За нестачі фосфору затримується ріст сходів, тканини дорослих рослин набувають жовтуватого забарвлення з коричневим відтінком прожилків листків. Нестача калію характеризується появою на сформованих листках зморшок, бурих плям і жовто- коричневої облямівки по краю листків. Нестача кальцію може виявлятися у другій половині вегетації: пластинки старих листків зморщуються, на їх верхівках з'являються ознаки опіків, а в центрі – характерні ознаки хлорозу і некрозу. За нестачі магнію у фазу 2–3 пар листків вони скручуються. Нестача мікроелементів переважно виявляється у молодому віці буряку цукрового. Так, за нестачі бору відмирають точки росту і молоді рослини ушкоджуються коренеїдом.

Система удобрення буряку цукрового полягає у внесенні органічних, фосфорних і калійних добрив під зяблевий або під весняний обробіток ґрунту. Застосування фосфорних і калійних добрив навесні менш ефективне, особливо в засушливі роки.

Гній можна вносити як безпосередньо під буряк цукровий, так і під попередник. Середня його норма становить 20–40 т/га. Він має бути напівперепрілим. Свіжий гній унаслідок інтенсивного розкладання погіршує живлення буряку цукрового азотом, спричинює сильну забур'яненість посівів.

fppt.com

Ефективність гною змінюється залежно від його якості, ґрунтово-кліматичних умов, норми, місця внесення в сівозміні та інших чинників. Внесення його має особливо велике значення в умовах достатнього зволоження та на чорноземах сильновилужених і сірих лісових ґрунтах з несприятливими фізичними властивостями. Прирости врожаю коренеплодів у розрахунку на 1 т гною становлять 160–250 кг в умовах достатнього зволоження, 150–200 – в умовах нестійкого і 50–150 кг – в умовах недостатнього зволоження. Підвищення норми гною (понад 20 т/га) зазвичай не сприяє пропорційному збільшенню врожаю коренеплодів. Тому за обмежених запасів його краще вносити в менших нормах, але на більшій площі. Вважають, що за ефективністю 20 т/га напівперепрілого гною незалежно від району бурякосіяння лише дещо поступається мінеральним добривам у нормі N60P60K60. Слабкіша дія гною пояснюється здебільшого малою доступністю для рослин його азоту внаслідок сповільнених процесів мінералізації органічних речовин гною. До гною потрібно додавати азотні добрива, насамперед на сірих лісових ґрунтах, чорноземах вилужених та опідзолених. На чорноземах глибоких і звичайних дія азотних добрив на фоні гною знижується. Найефективнішим є поєднаного внесення гною і мінеральних добрив на малогумусних ґрунтах (підзолистих і сірих лісових) із несприятливими фізичними властивостями. Проте на фоні гною знижується ефективність фосфорних і калійних добрив, оскільки він є добрим джерелом достатнього фосфорного і калійного живлення рослин.

В основних районах бурякосіяння найефективнішим є внесення гною і мінеральних добрив восени під глибоку оранку плугом з передплужником. Глибоко зароблені добрива в усі періоди росту й розвитку рослин знаходяться в зоні гарантованого зволоження і добре засвоюються кореневою системою. Коренева система буряку цукрового охоплює значний об'єм ґрунту, проникає на глибину 2–2,5 м і поширюється в боки на 1 м і більше. В разі внесення добрив навесні їх ефективність знижується, особливо в південних районах і в сухі роки, іноді в 1,5–2 рази. У районах бурякосіяння Полісся, достатньо забезпечених опадами, дія мінеральних добрив під час осінніх і весняних строків внесення вирівнюється. За весняного внесення більший ефект дає локальний спосіб порівняно із розкидним.

fppt.com

За даними дослідів агрохімслужби, в основних районах бурякосіяння України застосування $N_{120}P_{90-120}K_{90-120}$ забезпечує найвищу їх окупність приростом урожаю коренеплодів. Реакція буряку цукрового на окремі види добрив великою мірою визначається типом ґрунту. Так, азотні добрива добре діють на сірих лісових ґрунтах, чорноземах вилужених та опідзолених, слабкіше – на чорноземах типових. На чорноземах звичайних і солонцюватих ґрунтах їх дія незначна.

Найліпшою формою азотних добрив переважно є натрієва селітра, що містить як легкозасвоювані нітрати, так і натрій, оскільки буряк належить до рослин- галофітів. Винос натрію з урожаєм гички і коренеплодів може становити 50– 70 кг/га. На чорноземних ґрунтах відмінність між різними формами азотних добрив згладжується.

Азотні добрива під буряк цукровий в основних зонах бурякосіяння вносять під передпосівну культивацію або весняне вирівнювання ґрунту. Ефективним є також осіннє внесення аміачних форм азотних добрив (аміаку водного і безводного) одночасно з проведенням пізньоосіннього безвідвального розпушення зябу за зниження температури ґрунту до 5–10 °С. При цьому азот у вигляді амонію фіксується на глибині внесення добрива і не зазнає нітрифікації за низької температури.

Посіви буряку цукрового іноді підживлюють азотними добривами, коли коренева система в них ще недостатньо розвинена і вони нездатні засвоювати елементи живлення, внесені у глибокі шари ґрунту. Цей процес слід розглядати як додатковий прийом до основного і рядкового удобрення. Найбільші прирости врожаю від підживлення отримують в умовах зрошення, дещо менші – за достатнього зволоження, низькі – у південних регіонах.

Переносити навіть частину азоту з основного удобрення в підживлення недоцільно, не кажучи вже про фосфорні та калійні добрива. Насамперед воно потрібне на полях, де не вносили гною і мінеральних добрив. Зазвичай достатньо одного підживлення азотом (30–40 кг/га) або повним добривом ($N_{30-40}P_{25-30}K_{30-40}$). Раннє підживлення у фазу 1–2 пар листків буряку одночасно з першим міжрядним розпушенням значно ефективніше, ніж пізнє. Завершувати цей процес потрібно до змикання листків буряку цукрового у рядках меншими дозами азотних добрив, щоб не гальмувати достигання коренеплодів.

Підживлення треба проводити на якомога більшу глибину, особливо в посушливі роки. Поверхневе заробляння добрив у сухий ґрунт різко знижує їх ефективність.

fppt.com

Буряк цукровий підживлюють азотом також позакоренево. Ліпшим добривом для цього є карбамід. Посівів обприскують у хмарну погоду за температури нижчої від 20 °С, доброї вологості ґрунту, найкраще ввечері або вранці. Карбамід можна застосовувати під час усіх обприскувань пестицидами, якщо немає застережень щодо їх змішування. Добавляння до робочого розчину карбаміду зумовлює ліпшу пропускну здатність кутикули листків, що сприяє проникненню в рослини пестицидів, збільшує їх ефективність. Проводять 3–4 позакореневих підживлення 6%-м розчином карбаміду в період від 6–8 добре розвинених листків до змикання їх у міжряддях. Молоді листки стійкіші до розчину карбаміду. Лише за прохолодної хмарної погоди його концентрацію можна збільшити максимум до 10 %. Внесення одночасно з карбамідом 5%-го сульфату магнію зменшує небезпеку опіків від карбаміду.

Фосфорні добрива більше підвищують урожай буряку цукрового на чорноземах, ніж на сірих лісових ґрунтах. Відмінність дії форм фосфорних добрив, внесених під зяблеву оранку на чорноземних ґрунтах, незначна, хоча суперфосфат зазвичай має деяку перевагу. На підзолистих ґрунтах термофосфати діють ліпше, ніж суперфосфат. На ґрунтах із гідролітичною кислотністю > 3,0 смоль/кг ґрунту стійко й позитивно діє фосфоритне борошно.

Дія калійних добрив найчіткіше виражена на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Буряк ліпше реагує на форми добрив, які разом з калієм містять низку супутніх елементів живлення (натрій, магній, сірку та ін.). За ефективністю вони переважають калій хлористий, тобто відмічається залежність, протилежна для більшості інших культур. Хлор на розвиток буряку цукрового негативно не впливає.

fppt.com

З-поміж усіх мікроелементів на врожай і цукристість коренеплодів найістотніше впливає **бор**. Період 4-6 і 8–10 листків буряку є критичним щодо цього елемента. Приріст урожаю від внесення борних добрив може становити 50 ц/га і більше. Дефіцит бору призводить до гнилі сердечка та дуплистості коренеплодів. Молоді листки скручуються, чорніють і загнивають. Регулюючи на збалансованість кальцію в рослині, бор тим самим підвищує стійкість коренеплодів до кореневих гнилей. За нестачі бору (менш як 0,2-0,3 мг/кг ґрунту), що можливо на ґрунтах із нейтральною реакцією середовища, де його рухливість нижча, у період росту буряку цукрового від фази 6-го листка до фази змикання листків у міжряддях проводять позакореневі підживлення розчином борної кислоти (500 г/га).

Критичним періодом у живленні буряку **манганом** є фаза 8–12 листків. Цей елемент сприяє підвищенню врожаю коренеплодів і вмісту в них цукру. Необхідний вже на початку вегетації для забезпечення формування високоврожайного типу рослин. Мангану недостатньо в ґрунтах із нейтральною або лужною реакцією. Заважають його засвоєнню низька вологість повітря, низька температура ґрунту, похмура погода, високі норми мінеральних добрив.

Ознаки нестачі мангану – карликовість рослин, поява на молодих листках жовтих плям, дірок різного розміру, їх краї закручуються вгору.

Позакореневі підживлення мангановими добривами проводять у фазу 4–8 листків буряку цукрового. Найліпше використовувати мікродобрива на основі хелатних сполук. Рослини можна також підживлювати сульфатом мангану (250-300 л/га 0,1%-го розчину).

Мідь підвищує стійкість рослин буряку цукрового до грибних і бактеріальних хвороб. їх посухо- і жаростійкість, сприяє ліпшому засвоєнню азоту. Мідні добрива застосовують на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах. Нестачу міді зумовлюють високі норми мінеральних добрив, вапнування ґрунтів, високі температури.

Для позакореневого підживлення буряку цукрового використовують розчин сульфату міді або хелати міді, його проводять перед змиканням листків у міжряддях.

fppt.com

Цинк підвищує жаро- і посухостійкість рослин, стійкість до ушкодження хворобами. Заважають його засвоєнню рослинами високі норми азотних і фосфорних добрив, вапна, низькі температури. Позакореневе підживлення буряку цукрового 0.1 %-м розчином сульфату цинку або його хелатними сполуками проводять перед змиканням листків у міжряддях.

Пізновесняні посіви буряку цукрового, які потерпають від холоду, посушливої погоди або гербіцидного стресу навіть за достатнього вмісту в ґрунті рухомих сполук елементів живлення підживлюють макро- і мікроелементами позакоренево, їх можна поєднувати з внесенням гербіцидів. Зазвичай позакоренево буряк цукровий підживлюють у фазу 4–6 листків. Тоді листкова площа може засвоїти значно більше поживних речовин, відповідно й ефективність добрив зростає.

fppt.com

3. Система застосування добрив для ріпаку озимого

Ріпак потребує більшої кількості добрив, ніж зернові. Найбільше серед макроелементів ріпак засвоює калій.

Орієнтовно 10–30 % елементів живлення (залежно від рівня урожайності) ріпак може засвоїти з ґрунтових запасів. Решту потреби забезпечують мінеральними добривами.

Ріпак має різну динаміку засвоєння макроелементів впродовж вегетації. Добре розвинені посіви за осінній період споживають орієнтовно 60–120 кг/га азоту, тоді як озима пшениця використовує восени 20–30 кг/га азоту. Слабкі посіви ріпаку, до 4 листків на рослині, споживають восени $N_{15–25}$, із 6–8 листками — $N_{30–50}$, з 10–12 листками за густоти рослин 40 шт./м^2 — N_{60}, за густоти 50 шт./м^2 — N_{90}. Рослини всю кількість калію і 85 % азоту акумулюють до фази цвітіння. Засвоєння інших елементів живлення у цій фазі становить 60–70 %, що свідчить про потребу у фосфорі, магнії, сірці до кінця вегетації.

Насіння ріпаку містить в основному жир та білок. Азот (N) і сірка (S) як головні мінеральні складові білка мають у живленні ріпаку найважливіше значення.

Азотні добрива є основою формування оптимальної вегетативної маси, високого врожаю насіння. Ріпак має високу потребу в азоті. Ефективність азотних добрив зменшується при відсутності фосфорних і калійних добрив. Також є пряма залежність між засвоюванням азоту і концентрацією сірки в клітинному соку. Для осіннього внесення використовують аміачні форми азоту, для весняного — нітратні або нітратно-аміачні.

Таблиця. Динаміка засвоєння елементів живлення ріпаком озимим, урожайність 3 т/га, д. р.

Елемент живлення	За осінній період		Початок росту стебла		Цвітіння		Повна стиглість	
	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
N	31	60	46	90	85	165	100	195
P_2O_5	15	18	35	42	60	72	100	120
K_2O	25	60	75	180	100	240	100	240
Mg	15	5	35	13	65	23	100	36
S	25	23	40	36	70	63	100	90

fppt.com

Фосфорні добрива сприяють формуванню добре розвиненої кореневої системи, кращому засвоєнню азотних добрив, підвищують зимостійкість, насіннєву продуктивність, забезпечують правильний розвиток розетки, зменшують ризик вилягання посівів, прискорюють достигання. Із фосфорних добрив ефективним є суперфосфат, де, крім фосфору, міститься також кальцій та сірка.

Калійні добрива підвищують стійкість до вилягання, ураження хворобами, зимостійкість, збільшують кількість насіння на рослині і масу 1000 насінин. Сприяють синтезу та акумуляції вуглеводів, тому мають значний вплив на продуктивність рослин. Ріпак належить до калієлюбних рослин. Із калійних добрив під ріпак цінною є калімагнезія, де, крім калію, є значна кількість магнію та сірки.

Норма внесення мінеральних добрив залежить від попередника, родючості ґрунту і програмованого рівня урожайності. Фосфорні і калійні добрива найкраще внести під оранку, допустимо під глибоку культивацію, азотні добрива вносять перед сівбою та навесні. За осінь і зиму фосфор і калій переходять у доступні форми для рослин. Надмірне азотне живлення в осінній період погіршує перезимівлю рослин. Більш пізнє ніж у фазі 4–5 листків застосування азоту збільшує кількість води у тканинах, перешкоджає нормальному процесу загартування рослин.

fppt.com

Удобрення азотом

Якщо у вересні і жовтні рослини ріпаку слаборозвинуті, ясно-зелені, попередником є зернові з приораною соломою, може виникнути необхідність додаткового осіннього внесення азоту. Візуальною ознакою для підживлення є наявність почервонілих чи жовтих листків ріпаку. Добрива вносять у вигляді аміачної селітри (1–2 ц/га). Також проводять листкове внесення карбаміду (10 % концентрації) у кількості N_{15}, або 300 л/га розчину. Цей агрозахід виконують не пізніше жовтня, найкраще — у першій декаді жовтня.

Внесення азоту до сівби або восени в підживлення у кількості 30–60 кг/га д. р. необхідне, якщо:

- попередниками є зернові злакові;
- після попередника в ґрунті лишилося менше 30 кг/га азоту;
- приорано велику кількість соломи (обов'язкове внесення);
- структура ґрунту є незадовільною;
- шкідники пошкодили сходи ріпаку.

Приріст маси ріпаку і його ріст у висоту розпочинається ранньою весною. Дуже важливо в цей час забезпечити рослини азотом. ***Нестача азоту навесні призводить до:***

- швидшого росту головного пагона;
- зменшення кількості бокових гілок;
- більш раннього цвітіння і скорочення його тривалості;
- зменшення кількості стручків;
- різкого зниження продуктивності посівів.

fppt.com

Тому **перше підживлення** азотними добривами ($N_{60–100}$) проводять якнайшвидше, найкраще по мерзлоталому ґрунті. Найкращим добривом для першого підживлення є аміачна селітра або аміачна селітра з бором та КАСи. Для одержання високого врожаю норма внесення азоту повинна наближатися до N_{100}. Важливо частину азоту внести у вигляді сульфату амонію (1,5–2 ц/га) для забезпечення потреб рослини у сірці.

Вдруге азот найкраще внести у вигляді аміачної селітри з нормою $N_{40–90}$ через три тижні після першого внесення, прив'язавши його до фази початку росту стебла, найпізніше — під час розпускання перших бутонів. Дворазове внесення ефективне в умовах ранньої весни та достатнього зволоження.

В останні роки в багатьох господарствах перейшли на одноразове внесення (4–5 ц/га селітри) азоту рано навесні по мерзлоталому ґрунті.

Ріпак, на відміну від зернових культур, має добре розвинуту глибоко проникаючу стрижневу кореневу систему. Азот із мінеральних добрив не вимивається на глибину, з якої він стане недоступним для ріпаку. Є дані, що 3 мм опадів можуть промити азот орієнтовно на 1 см.

У середньому за березень-травень випадає 140–160 мм опадів. Глибина промивання при цьому становитиме 50 см. Навіть якщо за три весняних місяці випаде 300 мм опадів, глибина промивання азоту становитиме лише 100 см. Він залишається доступним для ріпаку, оскільки головний корінь проникає на глибину 1,5–3,0 м.

Доцільність переходу на одноразове ранньовесняне внесення азоту обґрунтовується і тим, що в строки другого підживлення (через три тижні після першого) може бути суха і жарка погода, що різко знизить ефективність другого підживлення.

Для формування 1 т насіння необхідно внести $N_{30–40}$. Загальна норма азоту для одержання 35–40 ц/га повинна становити приблизно N_{200}.

fppt.com

Можливе листкове внесення азоту восени і навесні. Ріпак позитивно реагує на позакореневе внесення азоту аж до початку дозрівання. Він менш схильний до опіків, ніж зернові. Використовують карбамід 12 % концентрації до фази цвітіння, тобто 12 кг карбаміду на 100 л води. Всього вноситься 300 л/га або не більше N_{15}. У фазі цвітіння слід зменшувати концентрацію до 5 % розчину і проводити обробітки у вечірній час. Отже, проводять два-три обприскування: за висоти рослин 10–15 см, у фазі бутонізації та цвітіння (табл.). Не рекомендується додавати азотні добрива до інсектицидів, які містять фосфорорганічні діючі речовини, оскільки вони нейтралізують їх дію.

Таблиця. Можливі терміни листкового підживлення ріпаку

Термін внесення (фаза розвитку)	Складники робочого розчину		
	Вміст карбаміду у розчині, %	$MgSO_4 \times 7H_2O$ епсоміт, %	Мікроелементи
Жовтень	*	5	
Висота рослин 10-15 см	12	5	так
Фаза бутонізації	12	5	так
Середина цвітіння	5	2	так

Одночасно з карбамідом доцільно вносити сірчанокислий магній (5 кг на 100 л води) та мікроелементи, перш за все бор.Слід пам’ятати, що внесення великих норм сірковмісних добрив у фазі цвітіння може спричинити збільшення вмісту глюкозинолатів у насінні ріпаку.

fppt.com

Якщо восени фосфорні та калійні добрива не вносились або їх внесено недостатньо, нестачу цих елементів можна поповнити за рахунок використання нітроамофоски у строки першого підживлення азотом, тобто рано навесні.

При вирощуванні ріпаку важливе значення має забезпечення магнієм. Щоб одержати 20 ц/га насіння ріпаку, необхідно 14–24 кг магнію на гектар. Особливо зростає потреба у магнію при формуванні врожайності вище 20 ц/га. Вона становить 30–50 кг/га д. р. Існує прямий кореляційний зв'язок між оптимальною кількістю магнію у ріпаку та вмістом олії і урожайністю цієї культури.

Магній бере безпосередню участь у синтезі АТФ — носія енергії у рослинах. Він виконує важливу роль у процесі фотосинтезу, оскільки входить до складу хлорофілу, відповідає за асиміляцію CO_2. Восени сприяє транспортуванню цукрів із листя до коренів, внаслідок чого формується потужніша коренева система. Підвищує вміст олії в насінні. Ознакою нестачі магнію є жовті, у деяких сортів червоні старші листки. Водночас прожилки залишаються зеленими. Іноді у весняний період листки стають плямистими.

Пошкоджені під час зимівлі рослини ріпаку швидко відростають при підживленні сірчанокислим магнієм ($MgSO_4$). Магній з $MgSO_4$ дуже швидко проникає до клітин навіть за низької температури. Він не токсичний для рослин, сприяє засвоєнню інших елементів живлення. Одночасно поліпшується забезпечення сіркою.

fppt.com

При формуванні високого врожаю ріпаку зростає значення сірки, яка може стати обмежуючим чинником у рості врожайності. Сірка входить до складу амінокислот, жирних кислот, вітамінів, бере участь у формуванні хлорофілу. За її нестачі гальмується синтез білка, сповільнюється ріст рослин, зменшується кількість стручків на рослині і насіння в стручках, погіршується якість насіння через зниження вмісту олії.

Сірка не зв'язується із частинками ґрунту і подібно до азоту може вимиватися, особливо на легких, бідних на гумус ґрунтах, що спричинює її нестачу для рослин. Найбільша потреба в сірці є від початку формування стебла до початку зав'язування стручків. Ріпак належить до найбільш вимогливих культур до сірки.

Ознаки нестачі сірки схожі на ознаки нестачі азоту, але з'являються особливо на молодих листках у формі хлорозу (світло-зелені, світло-жовті, іноді червоні), а також деформації листків у формі ложечки. Рослина відстає у рості, стручки деформовані.

Найкраще застосовувати сірчані добрива при основному внесенні під оранку. Норма внесення сірки — $S_{30–80}$ (в середньому — S_{50}). Необхідно враховувати те, що внесення сірки понад 60 кг/га д. р. може підвищувати вміст глюкозинолатів. Добрива, що важко розчиняються у воді, доцільно вносити під попередник (зернові).

Найбільш поширеним добривом для забезпечення потреб ріпаку у сірці є сульфат амонію, який вноситься по мерзлоталому ґрунті в нормі 2 ц/га. Використовуються також такі добрива, як гранульований сульфат магнію $Mg_{21}S_{30}$ одноводневий, Вігор (S_{90}) для основного внесення під оранку, культивацію та після сходів. Сульфат магнію $Mg_{16}S_{32}$ семиводневий — високоефективне джерело сірки для листкового внесення.

Добрива впливають на якість насіння. Фосфор, калій і магній підвищують стійкість рослин до хвороб і водного стресу. Ці елементи підвищують вміст білка і жиру. Фосфор впливає також на виповненість насіння і забезпечує рівномірніше достигання. Азот збільшує вміст білка і жиру, змінює хімічний склад жиру. Сильний вплив на якість насіння має сірка, яка підвищує вміст жиру, змінює відсоток ненасичених жирних кислот.

fppt.com

Мікроелементи

Ріпак добре реагує на внесення як макро-, так і мікроелементів: марганець, бор, молібден та ін. Рослини ріпаку для формування 1 т насіння орієнтовно потребують 60–120 г бору, 10–40 г міді, 100–300 г марганцю, 1–2 г молібдену і 60–150 г цинку. Мають високу вразливість на нестачу бору і середню на марганець, молібден, а також цинк.

Бор. Ріпак — культура дуже чутлива до бору. Він важливий для ріпаку впродовж усієї вегетації. На ранніх фазах сприяє зміцненню кореневої системи, нагромадженню цукрів у кореневій шийці та її збільшенню. Найбільша потреба у цьому мікроелементі є до та під час цвітіння, тому саме в ці фази розвитку рослин спостерігається нестача бору. Бор у рослинах ріпаку регулює синтез вуглеводів, нуклеїнових кислот, необхідний для розвитку меристеми, впливає на ріст і поділ клітин, оскільки є складовим елементом стінок клітин. Поліпшує переміщення у рослині продуктів фотосинтезу, сприяє кращому формуванню пилку, запобігає обпаданню зав'язей, збільшує морозостійкість, підвищує насіннєву продуктивність та вміст олії. Бор позитивно впливає на активність нітратредуктази в листі олійного ріпаку. Нестача бору призводить до зменшення кількості стручків і насіння у стручках, гальмування росту рослин, відмирання точок росту. Ознаками нестачі бору є хлороз молодих листків, поява плям червоно-фіолетового кольору по краях листя, що поступово охоплює всі листкові пластинки.

fppt.com

Бор є рухомим елементом і на легких ґрунтах легко вимивається. Особливо часто його дефіцит виникає на бідних піщаних та супіщаних ґрунтах, кислих, заболочених, провапнованих ґрунтах і в період тривалої посухи.

На слабо забезпечених цим елементом ґрунтах урожайність після внесення бору зростає на 2–5 ц/га. Бор вносять, коли його менше 0,30 мг/кг сухого ґрунту. Обов'язковий до застосування на кислих ґрунтах. Вносять при позакореневому підживленні навесні перед змиканням рослин у рядках у фазі бутонізації — до фази цвітіння, коли добре розвинута листкова поверхня. Ріпак потребує 300–600 г бору на 1 га. Потреба ріпаку у борі уп'ятеро більша, ніж у зернових культур.

Марганець найбільш ефективний на ґрунтах із нейтральною або лужною реакцією, оскільки при pH більш ніж 6,5 стає практично недоступним для рослин. Це другий за своїм значенням мікроелемент для ріпаку. Забезпечує приріст урожаю 2,5–5,0 ц/га. Зменшує ураження борошнистою росою. Сприяє збільшенню вмісту хлорофілу в листі, бере участь у синтезі вітаміну С, що збільшує морозостійкість.

Нестача марганцю призводить до сповільнення росту, хлорозу між жилками молодих листків, сповільнення утворення білка та вуглеводів, зниження вмісту жиру та зменшення числа стручків. Найкраще вносити у період найбільшого розвитку листкової поверхні та у фазі бутонізації. Ріпак потребує 200–500 г/га марганцю.

fppt.com

Молібден. Дефіцит молібдену мають кислі ґрунти. Вносять його, коли вміст менше 0,15 мг на 1 кг сухого ґрунту. На нестачу молібдену ріпак реагує помітним зменшенням урожайності. Молібден посилює фотосинтез за нижчих температур і за хмарної погоди, впливає на утворення та стабільність хлорофілу, підвищує стійкість рослин до холоду, позначується на синтезі, перетворенні і пересуванні в рослині багатьох сполук.

Достатнє забезпечення макро- і мікроелементами в осінній період росту сприяє оптимальному формуванню розмірів кореневої шийки (удобрення лише азотом буде сприяти її витягуванню). Підвищується концентрація клітинного соку, з міжклітинного простору тканини відтягується вода, що є важливою умовою зменшення ризику вимерзання рослин. Правильно удобрена рослина нагромаджує у кореневій шийці запасні речовини, які буде використовувати під час весняного пробудження та відновлення вегетації. У такому стані ріпак може витримувати зниження температури до –15 °С у безсніжні зими, а при достатньому сніговому покриві — до –25 °С, навіть –30 °С.

Високу ефективність забезпечує обробка насіння мікродобривами в одному технологічному процесі в період протруєння. Обробка насіння поліпшує енергію проростання, підвищує толерантність до факторів довкілля (патогенної біоти, несприятливих погодних умов тощо). Важливо, що всі необхідні елементи живлення доступні рослинам на початкових фазах росту, починаючи з проростання.

fppt.com

Високоефективним і найбільш поширеним є листкове внесення мікродобрив. Схеми використання окремих з них подано нижче.

Застосування мікродобрива «Нутрівант Плюс Олійний»

Для поліпшення зимо- та морозостійкості озимого ріпаку (накопичення цукрів) рекомендується проводити листкове підживлення «Нутрівантом Плюс олійним» (2 кг/га) восени у фазі 5–7 справжніх листків не пізніше ніж за 15–20 днів до настання морозу.

Навесні — у період відростання (7–10 листків) (2–3 кг/га) та у фазі середніх-великих бутонів ріпаку з нормою 2–3 кг/га.

Оптимальною нормою застосування на олійних культурах є 3–6 кг/га.

Мікродобриво «Квантум»

Восени у фазі 4–6 листків — 1 л/га Квантум-Олійні + 0,5 л/га Квантум-Бор-Актив;

Навесні у фазі бутонізації перед цвітінням 3 л/га Квантум-Олійні +1,0 л/га Квантум-Бор-Актив.

Мікродобриво «Інтермаг»

Формування листкової розетки — 2 л/га Інтермаг Олійні + 1 л/га Інтермаг Бор;

Формування стебла — 2 л/га Інтермаг Олійні + 1 л/га Інтермаг Бор;

Бутонізація — 2 л/га Інтермаг Олійні + 1 л/га Інтермаг Бор.

Мікродобриво «Вуксал»

Восени у фазі 4–6 листків — 1–2 л/га ВуксалМікроплант;

Навесні у фазі розетки — 2–4 л/га ВуксалКомбі Б;

Фаза бутонізації — 2–3 л/га ВуксалБорон.

fppt.com

4. Удобрення картоплі

Картопля добре реагує на внесення добрив, особливо органічних. Найпоширеніше органічне добриво — гній. Його краще внести восени під оранку. Оптимальна норма — 50 т/га. Весняне внесення гною менш ефективне.

Рідкий гній (100–120 т/га) найкраще вносити після жнив на подрібнену солому, задисковувати і висівати сидерати. Чим раніше органічні добрива зароблені в ґрунт, тим швидше і повніше будуть використані поживні речовини для весняно-літнього росту і формування бульб.

На 10 т бульб виноситься $N_{40–70}P_{15–20}K_{60–90}Ca_6Mg_{6–8}S_6$, тому потрібно вносити більше калію, засвоєння якого картоплею порівняно вище. Краще співвідношення азоту, фосфору, калію і магнію — N: P: K: Mg = 1,1:1,0:1,5:0,5.

Азот

Це основний елемент росту. За його нестачі послаблюється ріст картоплі, знижується урожайність бульб і вміст крохмалю. Нестача азоту спричиняє інтенсивніше поглинання хлору, що викликає передчасне відмирання листя, зменшення кількості та розміру бульб. Надмірне азотне живлення, особливо за нестачі фосфору й калію, зумовлює сильне розростання картоплиння, але врожайність бульб часто залишається низькою. Високі норми азотних добрив призводять до формування столонів другого і третього порядку, від чого ростуть дрібні бульби і знижується товарність урожаю. Картопля краще використовує амонійні форми азоту.

Фосфор

Фосфорні добрива прискорюють розвиток рослин картоплі, забезпечують інтенсивний ріст кореневої системи, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин з ґрунту. Вони підсилюють розвиток бульб і нагромадження крохмалю, підвищують стійкість бульб до ураження паршою. Фосфорні добрива, внесені разом з азотними і калійними, збільшують кількість бульб. Найбільш потрібний фосфор на перших фазах росту. Нестача фосфору може бути причиною нагромадження у тканинах бульб невикористаного нітратного азоту у шкідливих для рослини концентраціях.

fppt.com

Калій

Калійне живлення картоплі має велике значення як для формування вегетативної маси рослини, так і під час утворення та росту бульб. Калій стимулює утворення крохмалю та збільшує стійкість бульб проти пошкоджень, знижує вміст розчинних вуглеводів, підвищує лежкість бульб. За нестачі калію затримується відтік вуглеводів із листків до бульб та зменшується у них вміст крохмалю.

Магній

Магній має велике значення у формуванні врожаю бульб картоплі. Він збільшує кількість бульб, посилює синтез крохмалю. Добре забезпечення магнієм знижує негативний вплив надлишкового живлення азотом. Нестача магнію особливо виявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу.

Рекомендовані норми мінеральних добрив на родючих (чорноземах) ґрунтах — $N_{70–90}P_{60–90}K_{80–120}Mg_{30–45}$. На бідніших ґрунтах норму добрив збільшують до $N_{90–120}P_{90–120}K_{120–150}Mg_{45–60}$. Фосфорні, калійні і магнієві добрива вносять восени під оранку, азотні — під весняну культивацію.

Нюанси технології

Надмірні норми азоту можуть призвести до нагромадження нітратів у бульбах. Рекомендується вносити під картоплю сульфат амонію, який знижує ураження паршею. Під картоплю вносять також азотні добрива у вигляді кальцієвої або калійної селітри.

З калійних добрив краще вносити калімагнезію. Крім калію (28 %), в ній є 8 % магнію, який необхідний для формування високого урожаю бульб. Хлорвмісні добрива (калійна сіль, каїніт та ін.) знижують вміст крохмалю і смакові якості, затримують фотосинтез, підвищують вміст нітратів, тому використовувати їх під картоплю не бажано. Із хлорвмісних добрив можливе використання хлористого калію за умови його осіннього внесення під оранку.

fppt.com

Якщо з осені мінеральні добрива не вносилися, навесні застосовують складні добрива — нітроамофоску ($N_{17}P_{17}K_{17}$) тощо.

Азот вноситься із розрахунку 40 кг на 10 т бульб, або для одержання 30 т/га необхідно внести N_{120}.

Прикореневе внесення кальцієвої селітри (N — 15,5 %, Ca — 19,0 %) в нормі 200 кг/га (за фізичною масою) перед підгортанням рослин стимулює розвиток кореневої системи і вегетативної маси, знижує негативний ефект високих температур і ураження бульб хворобами — мокрою бактеріальною гниллю тощо, які обумовлені нестачею кальцію.

Листкове підживлення картоплі карбамідом проводять від фази утворення бічних пагонів до фази цвітіння. Застосовують 6 % розчин карбаміду разом із сірчанокислим магнієм, мікроелементами, головним чином одночасно з внесенням пестицидів. Теоретично можна виконати 4–5 обприскувань.

Вплив добрив на якість бульб

Удобрення фосфором, калієм і магнієм підвищує стійкість рослин до хвороб і водного стресу. Фосфор покращує якість зерен крохмалю. Азот впливає на величину бульб, сприяє підвищенню вмісту білка в них. Надмірна його кількість призводить до потемніння бульб, зменшення вмісту крохмалю та сухих речовин. Надлишок калію може спричинити підвищення вмісту води у бульбах, а надлишок азоту і калію впливає негативно на зберігання бульб, збільшує їх втрати під час зберігання.

На врожайність картоплі позитивно впливають мікроелементи. На формування 10 т бульб потрібно 25 г бору, 20 г міді, 70 г марганцю, 1 г молібдену, 65 г цинку. Мікродобрива можна вносити в ґрунт разом із мінеральними добривами, обробляти бульби розчином мікродобрив одночасно з протруюванням або обприскувати рослини в період вегетації під час першого обробітку фунгіцидами (змикання рослин у рядку).

fppt.com

Рослини картоплі гостро реагують на нестачу цинку, середньо — марганцю і мало — на дефіцит міді.

Бор підвищує крохмалистість бульб. Ефективний як на кислих, так і на вапнякових ґрунтах. Внесення бору на вапнякових ґрунтах запобігає ураженню картоплі паршою. За нестачі бору рослини відстають у рості, молоде листя деформується, рослини стають карликовими.

Добре забезпечення рослин цинком збільшує урожайність, покращує якість бульб, підвищуючи вміст крохмалю. Нестача цинку сильно гальмує ріст рослин, викликає хлороз і некроз листя.

З метою оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур пропонується застосовувати хелатні форми мікродобрив, а саме: Квантум, Інтермаг, Вуксал, Нутрівант, АДОБ, Еколист та ін. Особливості застосування деяких з них:

Мікродобриво «Нутрівант Плюс картопля»

Фаза стеблування (висота рослин 15–17 см) — 2 кг/га;

Фаза бутонізації — 2 кг/га;

Фаза початку цвітіння — 2 кг/га.

Мікродобриво «Вуксал»

Фаза формування бульб — ВуксалМакромікс — 4–5 л/га;

Через 14 днів після першого внесення — ВуксалМакромікс — 3–5 л/га;

Через 14 днів після другого внесення — ВуксалМакромікс — 3–5 л/га.

Мікродобриво»Квантум»

Фаза перед початком цвітіння — 2,5 л/га Квантум-Овочеві + 0,5 л/га Квантум-Бор-Актив;

Через 2–3 тижні після цвітіння — 2,5 л/га Квантум-Овочеві + 0,5 л/га Квантум-Бор-Актив.

Мікродобриво «Інтермаг»

До змикання рослин у рядках — Інтермаг картопля — 2 л/га;

Формування столонів-цвітіння — Інтермаг картопля — 2 л/га.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ №1

ТЕМА: *"АГРОХІМІЯ – НАУКОВА ОСНОВА ХІМІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА"*

ПЛАН

1. Предмет, методи і завдання агрохімії.

2. Агрохімічне значення добрив.

3. Застосування органічних та мінеральних добрив в Україні та світі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.;
2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с
3. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.
4. Агроекологія/ М.М.Городній, А.Г.Сердюк, М.П.Вовкотруб та ін.. К.: Вища школа, 1993.-415с.

1. Предмет, методи та завдання агрохімії

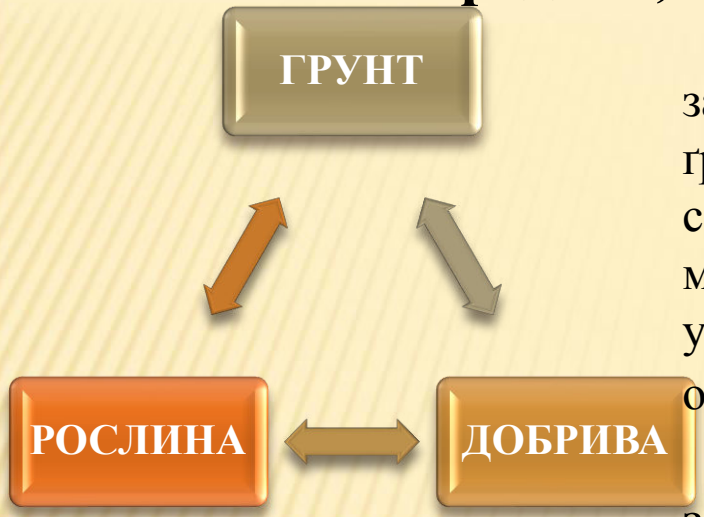


Рис. 1. Схема взаємодії між рослиною, ґрунтом та добривом (трикутник Д. М. Прянишникова)

АГРОХІМІЯ – наука про живлення рослин і застосування добрив з метою підвищення родючості ґрунтів, врожайності та поліпшення якості сільськогосподарської продукції. Вона вивчає взаємодію між рослинами, ґрунтом і добривами в процесі живлення з урахуванням кліматичних умов і біологічних особливостей культур.

Агрохімія є науковою основою хімізації землеробства. Збільшення виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції без шкоди навколишньому середовищу, при зниженні її собівартості – це ***одне із головних завдань хімізації.***

За визначенням академіка Д. М. Прянишникова основним завданням агрохімії є вивчення кругообігу поживних речовин у землеробстві і розробка заходів впливу на хімічні процеси, що проходять у ґрунті і рослинах, які сприяли б підвищенню урожайності сільськогосподарських культур.

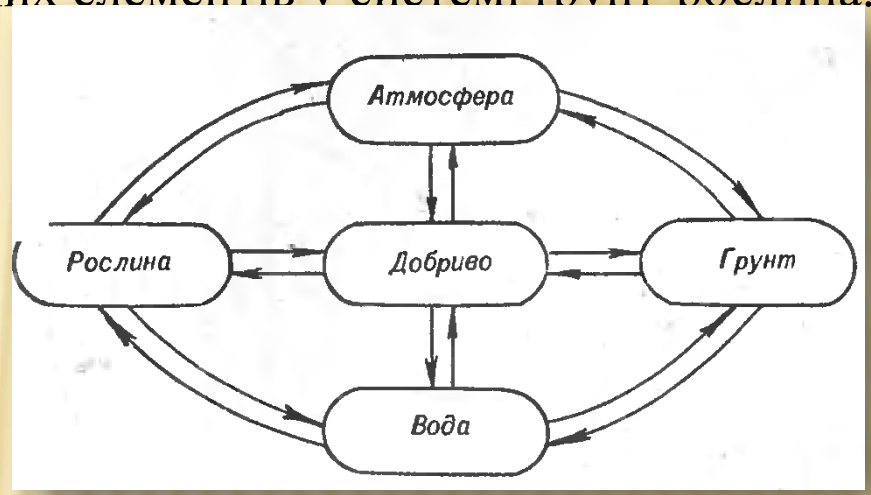
Основним засобом втручання людини в цей кругообіг є застосування добрив.

Загальне завдання агрохімії – розробка наукових основ застосування добрив. Воно вирішує широке коло питань, як можна звести до таких трьох проблем: **1** – живлення рослин; **2** – властивості ґрунту у зв'язку з використанням добрив; **3** – прийоми раціонального використання добрив у зв'язку з колообігом поживних речовин у землеробстві.

У сучасних умовах поняття агрохімії можна трактувати як науку про живлення рослин і закономірності трансформації добрив у системі "ґрунт – рослина – атмосфера" з метою максимальної реалізації біологічного потенціалу культур і розширеного відтворення родючості ґрунту.

Сучасна агрохімія – теоретична, біологічна і хімічна дисципліна, яка має прямий вихід у практику сільськогосподарського виробництва. Вивчення і засвоєння теоретичних положень агрохімії дає змогу раціонально і ефективно управляти кругообігом і балансом поживних елементів у системі ґрунт-рослина.

АГРОХІМІЯ одночасно є сільськогосподарською, біологічною і хімічною наукою, оскільки рослини є об‘єктами сільськогосподарського виробництва. Поряд з вивченням кругообігу речовин у землеробстві, вона розробляє заходи впливу на біологічні і хімічні процеси, що відбуваються в ґрунті і рослинах, вивчає склад, властивості і способи застосування добрив залежно від особливостей розвитку рослин та ґрунтово-кліматичних умов з метою їх найефективнішого використання для підвищення родючості ґрунтів, збільшення врожайності та поліпшення якості врожаю сільськогосподарських культур.



Агрохімія – це путівник на шляху створення найкращих умов живлення рослин з урахуванням знань властивостей різних видів і форм добрив, особливостей їх взаємодії з ґрунтом.

Зв’язок агрохімії з фундаментальними науками

Взаємозв'язок агрохімії з прикладними науками

Об'єктами вивчення агрохімії є рослина, грунт і добриво, які перебувають у діалектному зв'язку і взаємодії один з одним під час живлення рослин.

В агрохімічних дослідженнях широко використовуються різноманітні ***методи*:** лабораторні, лабораторно-польові, польові й виробничі. Найважливішими серед них є ***лабораторні***: хімічні, фізіологічні, біологічні методи аналізу ґрунту, рослин і добрив. Широко використовуються також *фотометрія, хроматографія, спектроскопія, рентгенфлуоресцентні і нейронно-активаційні дослідження*, методи стабільних і радіоактивних ізотопів, комплексна діагностика тощо. **За допомогою цих досліджень встановлюють оптимальні дози внесення добрив під культури, проводять їх коригування в процесі підживлення рослин для вирощування запланованого врожаю високоякісної продукції.**

Хімія *відіграє і відіграватиме велику роль у задоволенні суспільних потреб людства. Нині її досягнення використовують майже у всіх галузях сільського господарства. Слід пам'ятати про те, що хімізація може бути благом для людини і суспільства лише за умови правильного використання її досягнень.*

2. Агрохімічне значення добрив

Добрива – органічні й неорганічні речовини, які застосовують для поліпшення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й поліпшення його якості.

Застосування мінеральних добрив дає змогу вводити в кругообіг речовин у землеробстві додаткову кількість елементів живлення рослин, а внесення гною та інших органічних добрив – повторно використати частину поживних речовин, які раніше входили до складу попередніх врожаїв. За допомогою добрив створюється оптимальний режим живлення рослин, що сприяє реалізації їх потенційної продуктивності.

Роль добрив багатофункціональна. Вони є не лише джерелом поживних речовин для рослин, але й посилюють їх мобілізацію в грунті, підвищують енергію життєвих процесів у ньому, змінюють його властивості. Тому значення їх динамічно зростає з підвищенням продуктивності землеробства.

Органічні і мінеральні добрива є найефективнішим засобом підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Завдяки застосуванню добрив одержують в середньому 30-40% приросту врожаю основних сільськогосподарських культур, що значно вище, ніж частка приросту від якості насіння, засобів захисту рослин чи від обробітку ґрунту.

Вплив мінеральних добрив на підвищення врожайності цукрових буряків (П. О. Мосіюк, В. Г. Хіміч, 1987)

Область, район	Внесено з добривами поживних речовин на 1 га, кг	Приріст урожайності, ц/га	Питома вага добрив у формуванні загального врожаю, %
Вінницька, Бершадський	552	149,1	40,4
Вінницька, Ямпільський	528	171,7	35,7
Рівненська, Млинівський	560	147,7	39,1

Добрива позитивно впливають і на якість сільськогосподарської продукції. За рахунок добрив можна досягти підвищення вмісту білка в зерні пшениці, цукру в коренеплодах цукрових буряків, олії в насінні соняшника, поліпшення якості овочевих, плодових культур тощо. Це в свою чергу позитивно впливає на економічні показники вирощування даних культур. Для прикладу наведено зміну показників якості врожаю озимої пшениці під впливом добрив.

Вплив добрив і засобів захисту рослин на врожайність і якість зерна озимої пшениці (А. П. Лісовал)

Варіант досліду	Без засобів захисту		Із засобами захисту	
	Урожайність, ц/га	Вміст сирої клейковини, %	Урожайність, ц/га	Вміст сирої клейковини, %
$N_{30}P_{90}K_{90}$	42,0	23,3	48,8	23,6
$N_{30}P_{90}K_{90}$ + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + N_{30} (кущення)	49,3	26,6	58,4	26,9
$N_{30}P_{90}K_{90}$ + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + N_{30} (колосіння)	50,4	29,1	60,4	30,1

Під впливом підживлень азотними добривами вміст сирої клейковини в зерні пшениць збільшився на 3,3-6,5 пункти. Таке збільшення вмісту клейковини дає змогу реалізувати пшеницю за підвищеними цінами. *Ці та інші приклади свідчать, що раціональне науково-обґрунтоване застосування добрив – надійний шлях підвищення врожайності і якості врожаю сільськогосподарських культур.*

КЛАСИФІКАЦІЯ ДОБРИВ

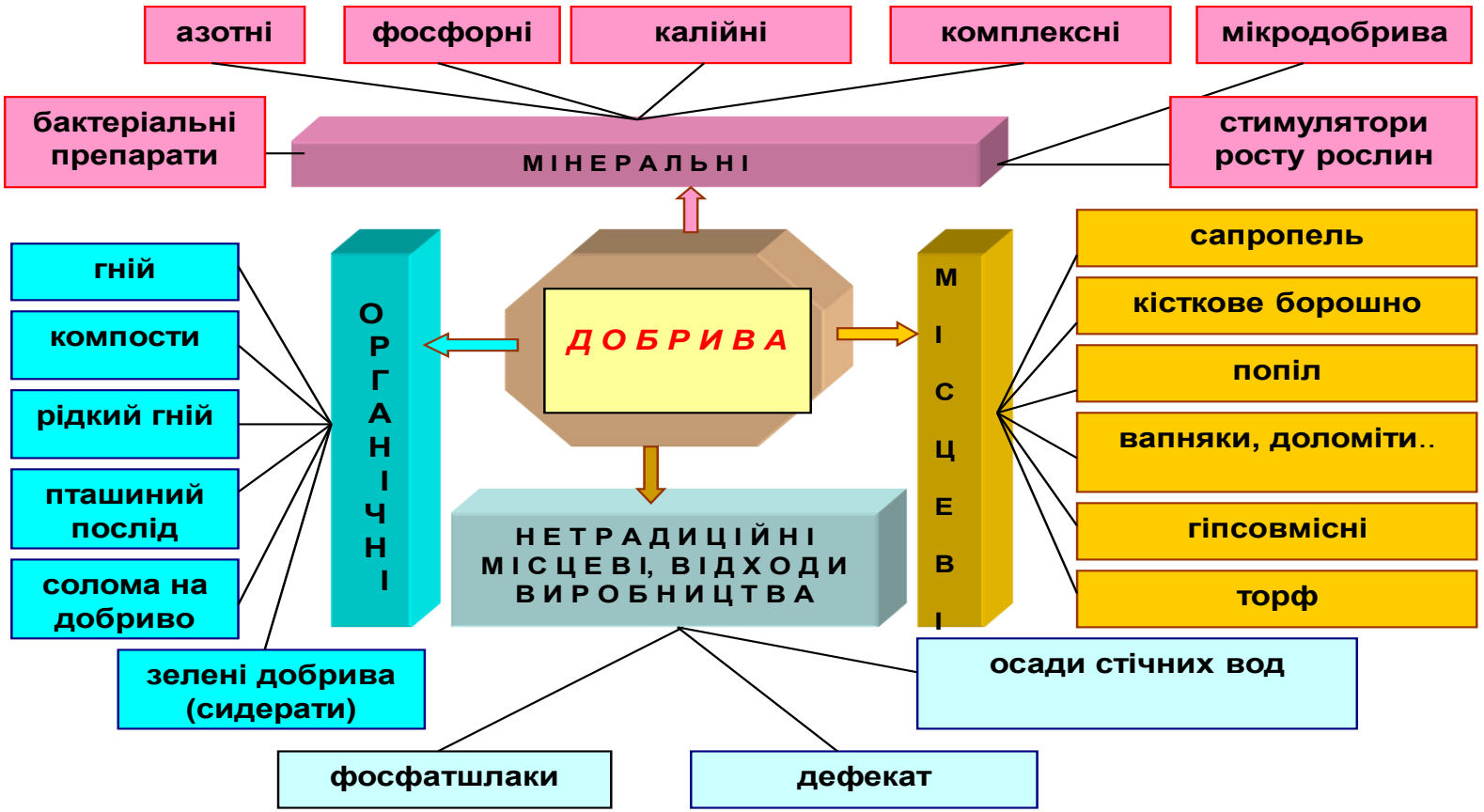
За складом розрізняють: мінеральні добрива, органічні добрива, органо-мінеральні добрива: природні — сапропель, штучні — торфоаміачні, торфомінеральноаміачні та ін., бактеріальні добрива, зелені добрива (свіжа зелена маса переважно бобових рослин, заорювана в ґрунт для збагачення його органічними речовинами та азотом).

Добрива, що отримують безпосередньо в господарствах, називаються ***місцевими*** (гній, торф, болотяний мул та ін.), на спеціальних заводах — ***промисловими або хімічними*** (азотні добрива, фосфоритна мука та ін.); до останніх відносяться також промислові відходи різних виробництв, наприклад шлаки (мартенівський фосфатшлак, томасшлак).

В залежності від кількості елементів живлення, добрива поділяють на: ***односторонні*** (містять один який-небудь основний елемент, наприклад калійні добрива), та ***багатосторонні або комплексні.***

Добрива, до складу яких входять макроелементи (N, P, K, Ca, Mg, S), називаються ***макродобривами*** наприклад, фосфорні добрива, азотно-фосфорні добрива), мікроелементи (B, Fe, Mn, Cu, Mo, Zn), — ***мікродобривами*** (марганцеві добрива, бормагнієве добриво і т.і.).

Добрива можуть складатися також одночасно з макро- та мікроелементів (наприклад суміш Mo-солі з фосфорно-калійним добривом). За агрегатним станом розрізняють добрива ***тверді*** (кристалічні, гранульовані, порошки), ***рідкі та газоподібні*** (безводний NH_3).



Класифікація добрив

Добрива поділяють на ***прямі*** (такі, що містять безпосередньо елементи живлення рослин) та ***непрямі*** (покращують властивості ґрунтів, наприклад, гіпс, вапно).

Добрива – найкращий швидкодіючий засіб впливу на врожайність. Вони виявляють багатосторонню пряму і непряму дію на грунт і рослину. За їх допомогою можна швидко й ефективно оптимізувати живлення рослин, регулювати величину та якість врожаю, впливати на відновлення родючості ґрунту.

Застосування добрив, як найважливіший засіб втручання людини в кругообіг речовин у землеробстві, становить основу його хімізації, що поряд з комплексною механізацією і меліорацією земель є одним з основних шляхів інтенсифікації сільського господарства, підвищення його продуктивності.

Застосування мінеральних добрив дає змогу вводити в кругообіг речовин у землеробстві додаткову кількість елементів живлення рослин, а внесення гною та інших органічних добрив – повторно використовувати частину поживних речовин, які раніше входили до складу попередніх врожаїв.

Внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив сприяє підвищенню родючості ґрунтів, зокрема вмісту у ньому гумусу і поживних речовин. Кількість внесених у грунт з добривами азоту, фосфору, калію та інших елементів живлення повинна перевищувати вилучення з ґрунту цих елементів з урожаями та іншими втратами. Лише в такому разі можна забезпечити бездефіцитний, а ще ліпше позитивний баланс поживних речовин у ґрунті.

3. Застосування органічних та мінеральних добрив в Україні та світі

Застосування органічних і мінеральних добрив, засобів хімічної меліорації залишаються основними факторами збереження родючості ґрунтів та стабілізації аграрного виробництва. Світовий досвід переконує, що екстенсивне ведення землеробства без застосування добрив неминуче веде до поступового виснаження родючості ґрунтів та зниження урожайності вирощуваних культур. Юстус Лібіх, аналізуючи багатовікову історію розвитку світового землеробства (1840 р.) зробив важливе застереження для наступних поколінь***:«Причина виникнення і занепаду націй полягає в одному і тому самому. Розкрадання родючості ґрунту зумовлює їхню загибель, підтримання цієї родючості – їх життя, багатство і могутність»***. Недопустимість такого екстенсивного шляху є головним напрямом у розвитку землеробства розвинених країн світу, однак в Україні протягом останніх 20 років продовжують ігнорувати ці застереження, тому врожаї сільськогосподарських культур формуються переважно за рахунок вичерпування природної (ефективної) родючості ґрунтів, землеробство ведеться в умовах недостатнього внесення добрив, жорсткого дефіциту поживних речовин у ґрунті, гострої деградації родючості ґрунтів.

Друга половина 20-го століття справді відзначилась революційними проривами у багатьох галузях науки, в тому числі і інтенсифікації та хімізації землеробства.

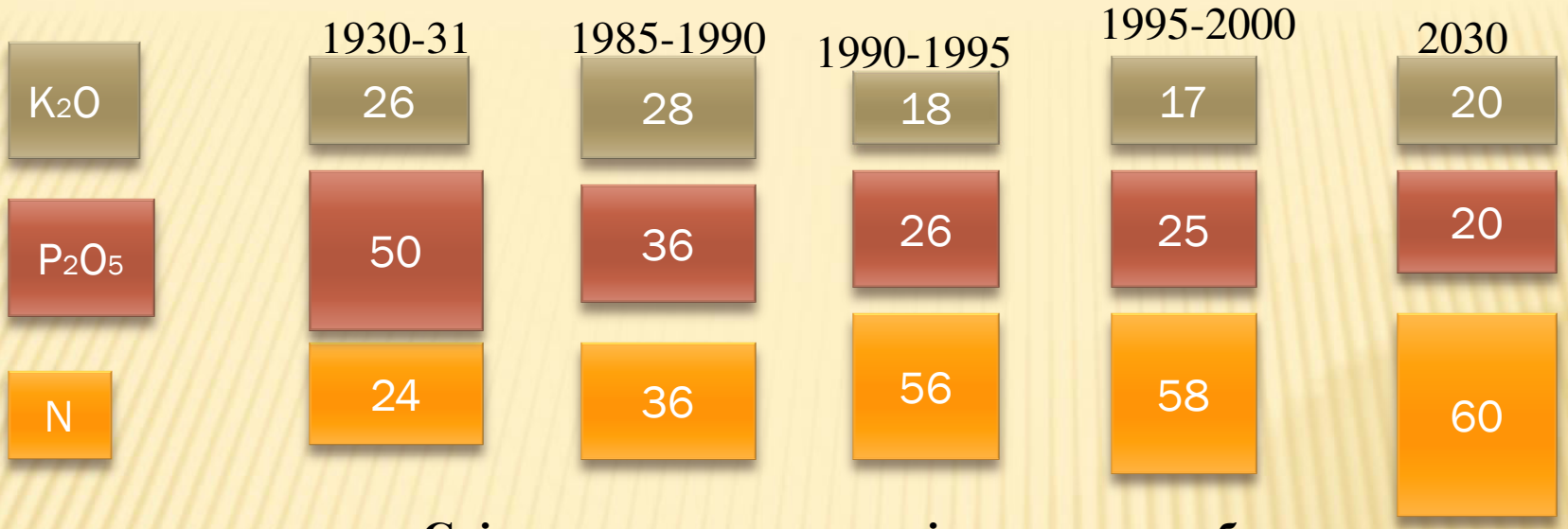
Можливість отримання врожаїв з мінімальними витратами ручної праці, про що на початку минулого століття не могли навіть мріяти, стала реальністю у багатьох країнах світу.

З розрахунку на один гектар орної землі у світі в кінці минулого століття вносилося близько 100 кг д. р. мінеральних добрив, у деяких країнах понад 300-400, а в Україні лише 24 кг.

Внесення мінеральних добрив на гектар орної землі (у розрахунку на 100% поживних речовин), кг (А. О. Бабич, 1996)

Країна	1980 р.	1985 р.	1990 р.	1993 р.
У світі, всього	80	87	97	99
Україна	112	153	136	**24**
Болгарія	205	213	195	112
Великобританія	319	367	350	343
Китай	153	167	265	319
Франція	309	297	319	309

Прогноз співвідношення між N:P_2O_5: K_2O до 2030 року, %



Світове використання мінеральних добрив

	2014 /2015	2013 /2014	2012 /2013	2011 /2012	2010 /2011	2009 /2010	2008 /2009	2007 /2008	2006 /2007	2005 /2006	2004 /2005
N	114,298	112,181	108,798	107,867	104,327	101,865	97,663	101,155	96,136	93,196	90,503
Growth	*1.89%*	*3.11%*	*0.86%*	*3.39%*	*2.42%*	*4.30%*	*-3.45%*	*5.22%*	*3.15%*	*2.98%*	*3.32%*
P	42,645	41,655	41,064	41,377	40,507	37,484	33,712	38,449	38,946	36,713	37,505
Growth	*2.38%*	*1.44%*	*-0.76%*	*2.15%*	*8.06%*	*11.19%*	*-12.32%*	*-1.28%*	*6.08%*	*-2.11%*	*7.05%*
K	30,951	30,197	28,689	27,987	27,435	23,522	23,403	28,896	27,635	35,846	27,654
Growth	*2.50%*	*5.26%*	*2.51%*	*2.01%*	*16.64%*	*0.51%*	*-19.01%*	*4.56%*	*-22.91%*	*29.62%*	*5.76%*

За останні 10-15 років у розвинутих країнах, зокрема Великобританії, США, Франції, Японії внесення мінеральних добрив стабілізувалось на достатньо високому рівні. В Італії, Китаї за цей період кількість внесених добрив зросла. В Україні ж внесення мінеральних добрив зменшується в рази.

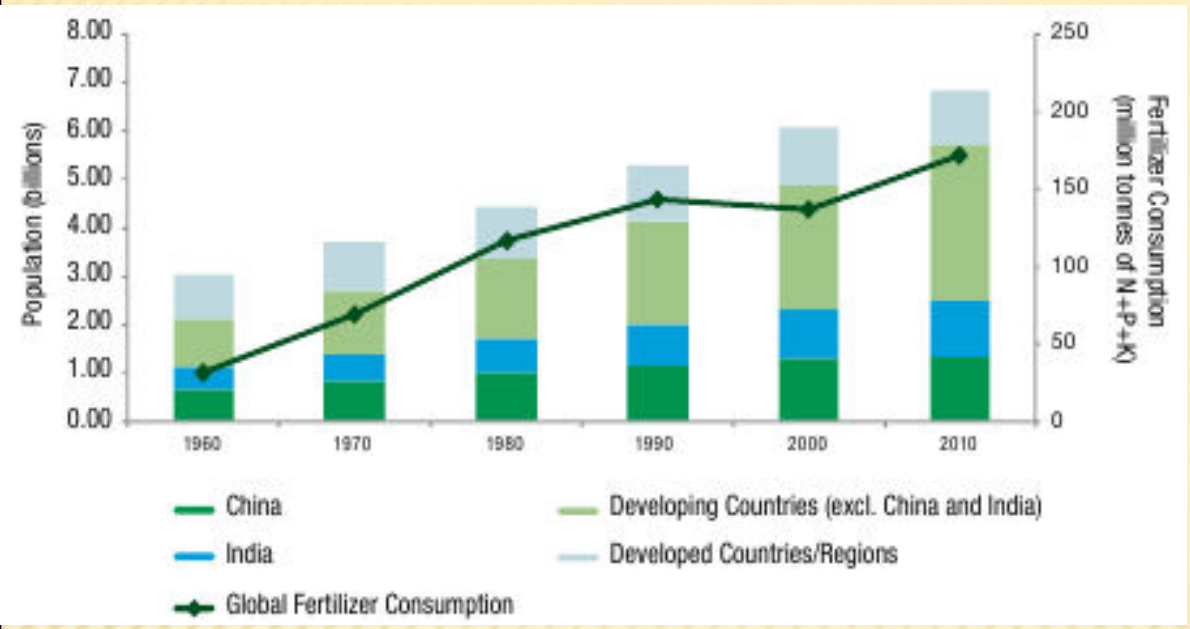
Внесення добрив під сільськогосподарські культури у сільськогосподарських підприємствах

	1990	1996	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Мінеральні добрива									
Внесено у поживних речовинах – усього, тис.т	4241,6	524,7	278,7	557,9	1060,6	1263,3	1343,0	1489,5	1469,0
Удобрена площа, млн.га	25,1	8,2	4,6	7,8	12,6	14,2	14,6	15,3	14,7
Частка удобреної площі, відсотків	83	32	22	45	70	76	78	81	82
Внесено у поживних речовинах на 1 га посівної площі, кг	141	21	13	32	58	68	72	79	82
Органічні добрива									
Внесено – усього, млн.т	257,1	80,6	28,4	13,2	9,9	9,8	9,6	9,6	9,9
Удобрена площа, млн.га	5,4	1,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Частка удобреної площі, відсотків	18	7	3	3	2	2	2	2	2
Внесено на 1 га посівної площі, т	8,6	3,2	1,3	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Показники	Роки								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Усього внесено в поживних речовинах, тис. ц	5579	6993	8965	10647	8868	10606	12633	13430	14895
Удобрена площа під урожай, тис. га	7756	9542	10927	12904	11513	12614	14151	14593	15342
% удобреної площі	45	55	62	69	63	70	76	78	81
Внесено поживних речовин на 1 га, кг д. р.									
Посівної площі	32	40	51	57	48	58	67	72	78
у т. ч.: азотних	22	27	33	40	35	42	48	50	55
фосфорних	6	7	10	9	7	7	10	12	12
калійних	4	6	8	8	6	9	9	10	11
Удобреної площі	72	73	82	83	77	84	89	92	97

Аналіз динаміки внесення мінеральних добрив протягом 2005–2013 рр. (незначне зниження у 2014 році !) свідчить про тенденцію до нарощування їх обсягу як у цілому, так і з розрахунку на 1 га площі. Так, у 2013 році сільськогосподарські підприємства України внесли під урожай 14,9 млн. ц поживних речовин, що у 2,7 раза більше, ніж у 2005 р. При цьому частка удобреної площі у звітному році становила 81 %, у той час, як у 2005 р. – 45 %. З розрахунку на 1 га посівної площі у 2013 р. внесено 78 кг д. р., у тому числі 55 кг д. р. азотних добрив, 12 кг д. р. – фосфорних, 11 кг д. р. – калійних, що у 2,4 раза, 2,5, 2,0 та 2,8 раза відповідно більше проти 2005 р. З розрахунку на 1 га удобреної площі у 2013 р. внесено 97 кг д. р., що на 34,7 % більше за показник 2005 р.

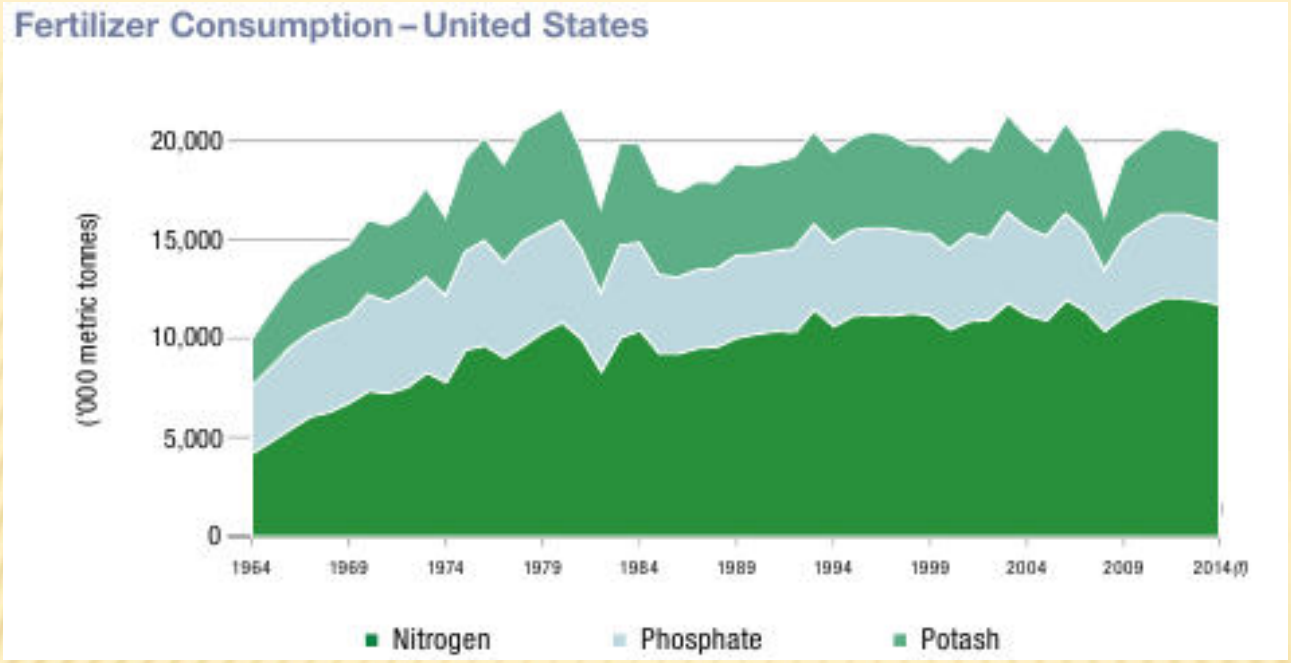
Використання добрив у світі та зростання чисельності населення



Використання добрив у світі суттєво зростає з 1950 року, коли світове населення збільшилось від 2,5 до 6 млрд. Зменшення їх застосування на початку 90-х років країнами Центральної Європи, колишнім СРСР в т.ч. і Україною зумовлене структурними змінами та економічними проблемами.

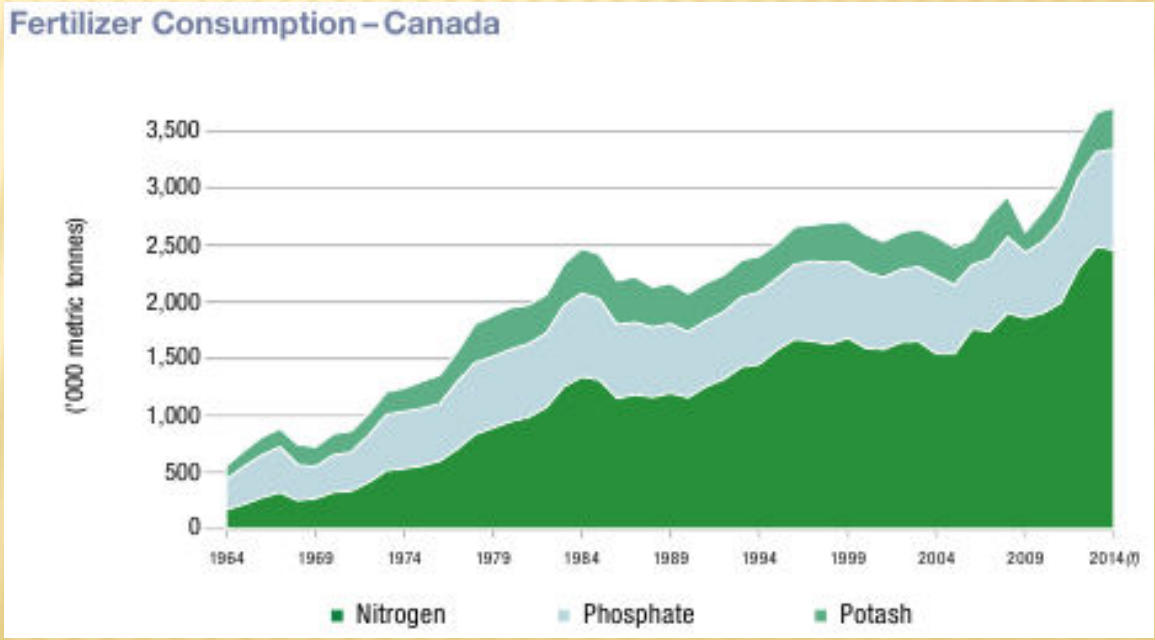
У 1960 році на розвинені країни припадало близько 88% світового використання добрив, а по їх виробництву колишній Радянський Союз з 1971 року вийшов на перше місце у світі. До 1999 року цей показник для розвинених країн знизився до 39%, а для країн, що розвиваються зріс до 61%.

Передбачається, що зростання попиту на добрива у найближчі 20-40 років на світовому ринку значно підвищиться. Тому що 1 т мінеральних добрив при науково-обгрунтованому використанні дає змогу задовольнити річну потребу, наприклад, у хлібі для 40 людей або в молоці – 10, цукрі – 45, овочах – 70, олії – 80 людей.



Використання добрив в США

Використання добрив в Канаді



Нині інтенсифікація рослинництва є об'єктивною необхідністю для всіх країн світу, оскільки за невпинного зростання чисельності населення на планеті фактично вичерпано можливості розширення площі ріллі. Одним з головних факторів інтенсифікації землеробства, на частку якого, за різними оцінками,припадає 30–50% приросту врожайності, ***є застосування мінеральних добрив під сільськогосподарські культури.*** *Проблема ефективного використання мінеральних добрив завжди була актуальною й особливої значущості набула в умовах трансформації земельних відносин, однією з характеристик якої став диспаритет цін. У зв'язку з різким зростанням цін на мінеральні добрива в Україні у 2013–2014 рр. проблема раціонального використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах набуває ще більшої актуальності й усе більшої уваги.*

ЛЕКЦІЯ №2

ТЕМА: *"ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН. ДІАГНОСТИКА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ"*

ПЛАН

1. **Хімічний і біохімічний склад рослин.**

2. **Основні закони агрохімії.**

3. **Надходження елементів живлення у рослину (теорії живлення). Повітряне і кореневе живлення рослин.**

4. **Комплексна діагностика умов живлення сільськогосподарських культур (ґрунтова, візуальна, листова, тканинна).**

ЛІТЕРАТУРА

1. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії: Навч. посібник/Карасюк І.М., Геркіял О.М., Недвига М.В. та ін.., за ред.. І.М.Карасюка –К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008 – 192с.

2. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення/ За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.

3. Агрохімія/ За ред.. І.М.Карасюка. –К.: Вища школа, 1995.-471с.

1. Хімічний і біохімічний склад рослин

Живлення *– це обмін речовин між рослиною і навколишнім природним середовищем, перехід речовин з ґрунту і повітря в рослину до складу органічних сполук, які синтезуються в рослинному організмі, та виведення частини їх з нього.*

Хімічний склад рослин – це вміст у них органічних і мінеральних речовин та деяких хімічних елементів.

Якість сільськогосподарської продукції визначається вмістом органічних і мінеральних сполук. Так, якість зернових культур залежить від кількості білка і крохмалю, хлібопекарські якості зерна пшениці – від кількості та якості клейковини. У бобових міститься менше крохмалю, але більше білка. Насіння олійних культур оцінюють за вмістом жирів, їх якість залежить від співвідношення в них насичених і ненасичених жирних кислот.

На якість і кількість органічних речовин у рослинах значно впливають умови живлення. Достатні кількості азоту й сірки у ґрунті сприяють утворенню в рослинах білків. Оптимальне фосфорне і калійне живлення забезпечує накопичення вуглеводів – цукрів, крохмалю, клітковини, а також жирів.

Хімічні сполуки рослинного організму умовно можна поділити на 4 групи: вода, органічні речовини, органо-мінеральні сполуки, мінеральні солі.

Рослина використовує велику кількість води. Вона в житті рослин відіграє головну роль. В результаті використання сонячної енергії вода в рослині розщеплюється і випаровується. Зернові культури використовують близько 300 т води на утворення 1 кг сухої речовини.

Вода переважає кількісно серед інших компонентів клітини.

Співвідношення між водою і сухою речовиною для деяких культур, %

Культура	Вміст води,%	Вміст сухої речовини, %
Зерно хлібних злаків	12-15	85-88
Коренеплоди цукрових буряків, бульби картоплі	75-80	20-25
Насіння льону та соняшнику	7-10	90-93
Зелена маса с.-г. культур	85-80	15-20
Коренеплоди моркви, буряків, цибуля	86-91	9-14
Капуста, редька	90-93	7-10
Плоди томатів, огірків	94-96	4-6

Вода становить 75-96% маси живої рослини. Необхідну кількість води рослина вбирає з ґрунту кореневою системою.

Відношення маси води, що випарувалась з рослини, до загального приросту сухої речовини за певний проміжок часу називається ***коефіцієнтом транспірації.*** Вода, насичуючи цитоплазму, є внутрішньоклітинним водним середовищем, в якому відбуваються всі біохімічні реакції.

В рослинному організмі розрізняють два види води: ***зв'язану і вільну. Зв'язана вода,*** в свою чергу, поділяється на *міцно- і слабкозв'язану*.

Міцнозв'язана і колоїдно-зв'язана вода адсорбована гідрофільними колоїдами, а слабкозв'язана – тільки рослинними речовинами, що містяться в цитоплазмі і клітинному соку.

В рослині легко пересувається вільна вода, не зв'язана з іншими сполуками. Вода, здатна випаровуватись, є вільною. Усі ці три форми води виконують в організмі рослини різні фізіологічні функції.

Баланс води в рослині залежить від інтенсивності її притоку через коріння і випаровування через листя, тому чим більше вологи міститься в ґрунті і чим менше її випаровується через листя рослини, тим соковитіша рослина чи плоди.

Для регулювання балансу води в рослині велике значення мають:

- висока агротехніка;
- зрошування;
- снігозатримання;
- удобрення тощо.

Важливо не тільки накопичувати вологу в ґрунті, а й економно її витрачати. Цьому сприяє правильне застосування добрив, які зменшують коефіцієнт транспірації і забезпечують економніше витрачання вологи.

Хімічні елементи, необхідні для росту і формування врожаю, називають ***біогенними.*** Інші елементи потрапляють в рослини випадково, пасивно і фактично не потрібні для їх росту та розвитку; тому такі хімічні елементи називають ***абіогенними,*** хоча практично іноді вони можуть бути доволі важливими.

Вуглець, кисень, водень і азот називають ***органогенними елементами***, оскільки з них складаються органічні речовини, вони формують близько 95% маси сухої речовини рослин; надходять у рослини переважно у вигляді CO_2, O_2, H_2O. Решту 5% становлять ***зольні елементи*** (залишаються після спалювання рослин – кальцій, калій, магній, фосфор та ін.

У складі рослин виявлено більшість елементів періодичної таблиці Д.І. Менделєєва. Нині в агрохімії найповніше вивчено фізіологічну роль тільки 27 із них.

Елементи, які входять до складу рослин у великих кількостях (від сотих часток до кількох відсотків маси сухої речовини), називають ***макроелементами***. До них належать азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка. Азот, фосфор і калій ще називають ***основними лементами живлення***.

Елементи, вміст яких у рослинах не перевищує тисячних часток, називають ***мікроелементами.*** Це бор, манган, мідь, цинк, молібден, кобальт а ін.

Поділ хімічних елементів на макро- і мікроелементи досить умовний, оскільки потреба вищих рослин у калії в 1000 разів вища, ніж у борі, а потреба в залізі й мангані часто є однаковою. У зв'язку з цим багато вчених відносить залізо до мікроелементів, хоча за вмістом у рослинах воно належить до макроелементів.

Сільськогосподарські культури вирощують для одержання продукції з необхідним вмістом білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та інших речовин.

Якість врожаю залежить від вмісту в ньому органічних сполук. Якість цукрових буряків оцінюється за вмістом у коренеплодах цукру, бобових культур – за вмістом у зерні білка, соняшнику – за вмістом в насінні жиру.

БІЛКИ	• Складні органічні сполуки, що складаються з амінокислот
ЖИРИ	• Складні ефіри триатомного спирту гліцерину з різними жирними кислотами
ВУГЛЕВОДИ	• Органічні речовини, що складаються з вуглецю, водню і кисню

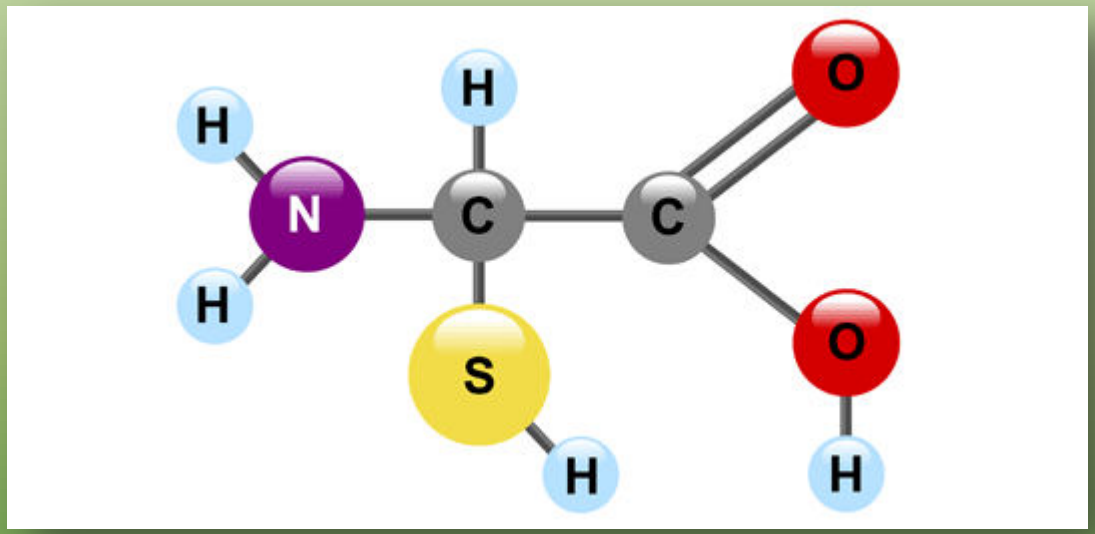
БІЛКИ

Складаються з амінокислот, є найважливішими складовими всіх живих організмів і містяться в кожній клітині.

У складі рослинних білків нараховується 20 амінокислот та 2 аміди (***аспарагін та глютамін***).

Незамінні амінокислоти, серед рослинних білків, що не здатні синтезуватись у організмі людини і тварини:

- валін;
- гістидин;
- лейцин;
- ізолейцин;
- лізин;
- метіонін;
- треонін;
- триптофан;
- фенілаланін.



В організм людей і тварин вони надходять лише з білками рослинних харчових продуктів та кормів. Нестача хоча б однієї із них блокує синтез повноцінних білків, пригнічує розвиток організму, викликає різні захворювання. Переважна кількість азоту, яка засвоюється рослиною, входить до складу білків. Проте в деяких рослинах, зокрема в бульбах картоплі, коренеплодах, овочах, значна кількість азоту перебуває у небілкових азотистих мінеральних (***нітрати, амоній***) та органічних (***вільні амінокислоти*** (β-аланін, γ-аміномасляна кислота)***, аміди, пептиди тощо***) сполуках.

До небілкових азотистих сполук належать ***алкалоїди***. ***Це гетероциклічні азотовмісні речовини лужного характеру, які мають сильний фізіологічний вплив на рослину.*** Вони містяться в листі тютюну у вигляді нікотину (3-7%); алкалоїд кофеїн виявлено в зернах кави (1-3%); в листі чаю – теїн (до 5%).

Білки поділяються на дві групи: ***протеїни, або прості білки***, які складаються тільки з амінокислотних залишків, і ***протеїди, або складні білки***, які складаються з простих білків та іншої міцно з ними зв'язаної сполуки небілкової природи.

Протеїни ***залежно від розчинності в різних розчинниках*** поділяються на альбуміни, глобуліни, проламіни, глутеліни.

Альбуміни – це прості білки, розчинні у воді. Окремі представники – *лейкозини* насіння пшениці, жита, ячменю, *легумеліни* насіння гороху та сої, рицин насіння *рицини*, альбумін курячого яйця (типовий представник альбумінів).

Глобуліни – це білки, нерозчинні в слабких кислотах, води, але розчинні в слабких розчинах нейтральних солей (NaCl або KCl). З глобулінів добре вивчені *біцилін* насіння гороху, *фазеолін* насіння квасолі, *гліциній* насіння сої.

Проламіни – прості білки, розчинні в 70-% розчині етанолу. До добре вивчених проламінів належать *гліадини* насіння пшениці і жита, *гордеїн* насіння ячменю, *зеїн* насіння кукурудзи.

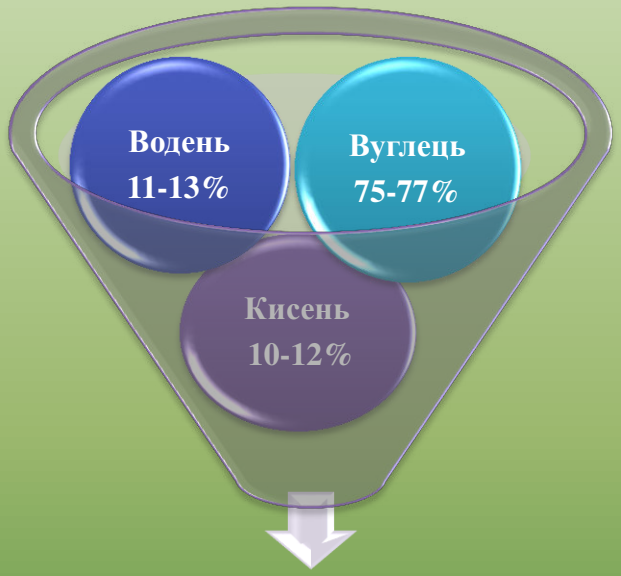
Глутеліни – це білки, нерозчинні у воді і розчинах нейтральних солей, але розчинні в слабких (0,2-2,0%) розчинах лугів.

Протеїди – група складних білків. До них належать *фосфопротеїди, де білок зв'язаний з фосфорною кислотою ефірним зв'язком, ліпопротеїди, глюкопротеїди, металпротеїди, нуклеопротеїди.*

ЖИРИ

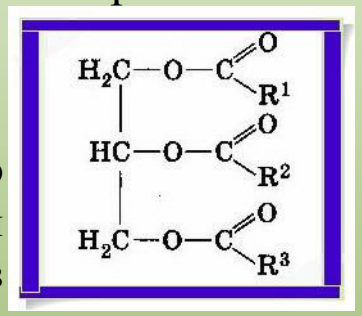
(*жироподібні речовини, ліпоїди*)

Складні ефіри, що утворились внаслідок взаємодії високомолекулярних жирних кислот з багатоатомними спиртами, найчастіше з гліцерином.



ЖИРИ

Загальна формула жирів



Найбільше жирів міститься в насінні, де вони використовуються під час проростання насіння як енергетичний матеріал.

Містяться в рослинах у формі запасного жиру і є структурним компонентом цитоплазми клітин. Жири і ліпоїди, особливо в сполуках з білками, беруть участь у побудові клітинних мембран і внутрішньоклітинних утворень – мітохондрій, пластидів, ядер. За ***хімічним складом жири*** – це суміш складних ефірів гліцерину і вищих жирних кислот. Жири містять жирні кислоти – *пальмітинову, стеаринову, олеїнову* тощо. Для повної якісної характеристики жирів користуються такими константами, як ***кислотне число, йодне число і число омилення***.

Вміст жиру в рослинах пов'язаний з біологічними і сорто-генетичними особливостями культур, ґрунтово-кліматичними умовами, агротехнікою і добривами.

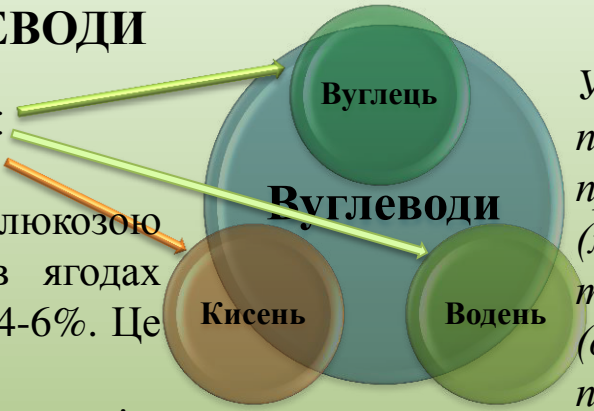
Органічні (карбонові) кислоти. Загальна формула цих сполук RsCOOH. Найпоширеніші *оцтова, бурштинова, молочна, яблучна, лимонна, піровиноградна.*

Органо-мінеральні сполуки.

- *Фосфорорганічні сполуки* – нуклеїнові кислоти, гліцерофосфати, лецитин. До найважливіших фосфорорганічних сполук у рослинах належать аденозиндифосфат (АДФ) та аденозинтрифосфат (АТФ).
- *Сіркоорганічні сполуки*. Сірка бере участь у побудові деяких амінокислот (метіоніну, цистину), гірчичної і часникової олій.
- *Магнієвмісні сполуки* представлені хлорофілом.

ВУГЛЕВОДИ

До складу цих сполук входять три елементи:



У рослинах поширені як прості (моносахариди), так і складні (олігосахариди, полісахариди) вуглеводи.

Прості вуглеводи. ***Моносахариди*** представлені глюкозою $C_6H_{12}O_6$, яка особливо поширена в плодах; в ягодах винограду її міститься 8-15%, у плодах персика – 4-6%. Це одне з джерел енергії в рослинах.

Фруктоза $C_6H_{12}O_6$ – інший представник моносахаридів; міститься здебільшого в плодах яблунь, груш, айви (6-10%). *Моносахариди – найбільш засвоювані вуглеводи. Застосування добрив впливає на вміст моносахаридів в плодах рослин.*

У рослинах дисахариди представлені ***сахарозою і мальтозою.***

Складні вуглеводи (олігосахариди). Внаслідок полімеризації моносахаридів утворюються полісахариди з утворенням води: $C_6H_{12}O_6 = C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

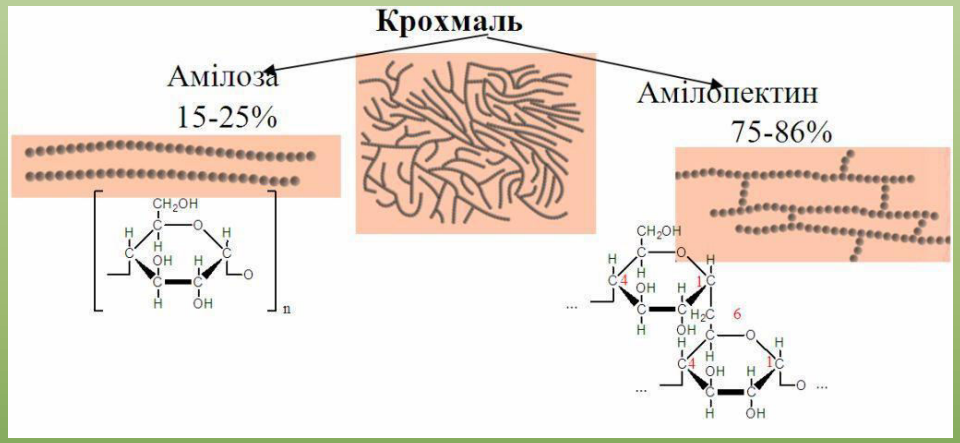
Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ має велике народногосподарське значення. В цукрових буряках і цукровій тростині міститься 14-25% сахарози. У сливах, грушах, яблуках, цибулі – 4-6%. Застосування повного мінерального добрива збільшує вміст цукру в цукрових буряках.

Мальтоза $C_{12}H_{22}O_{11}$, або солодовий цукор, у вільному стані міститься в невеликій кількості. Мальтоза утворюється внаслідок розщеплення крохмалю під дією ферменту амілази. Процес відбувається особливо інтенсивно в період проростання насіння.

Полісахариди (поліози) утворюються внаслідок поліконденсації моносахаридів за рівнянням:

$$\mathbf{nC_6H_{12}O_6 = nH_2O \rightarrow (C_{12}H_{22}O_{11})n}$$

Головний представник полісахаридів – ***крохмаль*** $C_6H_{10}O_5$ складається з суміші двох полісахаридів: амілози (15-25%) й амілопектину (75-85%). Це основний запасний полісахарид рослин. Найбільше крохмалю міститься в насінні (60-80%), кукурудзи (65-75%) та інших злакових культурах, менше – в насінні олійних культур.



В процесі ферментативного гідролізу крохмаль перетворюється на глюкозу:

крохмаль → розчинний крохмаль → декстрин → мальтоза → глюкоза

Клітковина, або целюлоза $(C_6H_{10}O_5)n$, утворюється внаслідок полімеризації моносахаридів. Вона є складовою частиною клітинних стінок рослин. особливо багато її міститься у волокнах бавовнику (92-98%), льону і конопель (80-90%).

Пектини – сполуки вуглеводневої природи (полісахариди). Містяться в ягодах, плодах, бульбах і стовбурах рослин. Широко використовуються в харчовій промисловості.

2. Основні закони агрохімії

Взаємодія чинників життя рослин під час їх росту і розвитку складна і багатогранна. Пізнавши закони природи, використавши сучасні досягнення природничих наук людина може свідомо та цілеспрямовано впливати на механізм формування врожаю та процеси, що відбуваються в біосфері, з відповідним їх коригуванням.

Після формулювання теорії мінерального живлення рослин Ю. Лібіхом, учені встановили низку загальних закономірностей і правил.

Правило незамінності елементів мінерального живлення рослин стверджує, що роль кожного елемента живлення є унікальною і самостійною, тому для нормального росту й розвитку рослин його не можна змінити на інший, наприклад фосфор – на азот або сірку – на залізо.

Правило нормованої потреби – засвоєння кожного елемента живлення відбувається у тій кількості, якої потребує рослина. Це правило має не абсолютний, а відносний характер: зміна кількості засвоєння одного елемента зумовлює зміну потреб у низці інших елементів. Надмірна кількість у ґрунті амонію пришвидшує поглинання фосфору, а надмір фосфору затримує поглинання міді, мангану і цинку.

Сучасні уявлення про закономірності росту і розвитку рослин покладено в основу **теорії формування продуктивності сільськогосподарських культур**.

В агрономічній практиці найпоширеніші **сім законів (правил) землеробства**: автотрофності зелених рослин; рівнозначності і незалежності чинників життя рослин; сукупності взаємозв'язаної їх дії; мінімуму, оптимуму і максимуму; повернення поживних речовин в грунт; плодозміни; підвищення родючості ґрунту. Вони забезпечують всебічний і обґрунтований підхід до застосування елементів технології з метою отримання найбільшої ефективності від них у підвищенні врожайності при збереженні екологічної рівноваги природного колообігу речовин.

За часом відкриття і загальним значенням в агрономії визначальним є **закон автотрофності зелених рослин**, кий поєднує теорію фотосинтезу і мінерального живлення рослин. Зелені рослини, використовуючи енергію сонячного світла і поглинаючи з повітря вуглекислий газ, а з ґрунту – воду і мінеральні речовини, синтезують необхідні їм органічні речовини в кількостях, які забезпечують розвиток і високу продуктивність рослин.

Закон мінімуму Лібіха (1840 р.), або закон обмежувальних чинників: врожай залежить від елемента живлення, кількість якого мінімальна. Це означає, що коли за оптимального мінерального живлення комплексом елементів один із них знаходиться в мінімумі, то його кількість визначає величину врожаю.

Недоліки закону Лібіха:

- рівень врожаю залежить не лише від елемента живлення, що надходить у рослину в мінімальній кількості, а й від будь-якого екологічного чинника, що знаходиться в мінімумі (вологозабезпеченість, освітленість тощо);
- продуктивність рослин є характеристикою не лише кількісною (врожай біомаси, отриманої з одиниці площі посіву), а й якісною (вміст білка в зерні, цукру в коренеплодах тощо); якість врожаю також контролюється рівнем забезпечення рослин елементами живлення; тому слід враховувати дві точки мінімуму – кількість та якість урожаю;
- відповідно до правила нормованої потреби рослин в елементах живлення, точка мінімуму врожаю плаваюча: за одного поєднання кількості елементів живлення точка мінімуму буде однією, за іншого – вищою або нижчою.

У зв'язку з цим німецький учений Е. Вольні замість закону мінімуму запропонував ***закон оптимуму:*** врожай буває найвищим за оптимального поєднання чинників. Як і закон мінімуму з агрономічного погляду він є корисним, оскільки орієнтує на виявлення на певному полі чинника, що обмежує рівень урожаю.

Закон толерантності. Обмежувальний вплив на врожай чинить не тільки нестача, а й надлишок будь-якого чинника. Цей закон розширює і доповнює закон мінімуму. Вперше був сформульований В . Шеффолдом. Саме поняття “толерантність“ означає витривалість організму стосовно коливання будь-якого екологічного чинника. При цьому діапазон між екологічним мінімумом і максимумом чинника утворює так звану межу толерантності – величину витривалості організму до даного чинника.

Правило залежності рівня врожаю від кількості того чи іншого елемента живлення стверджує, що зі збільшенням норми елемента живлення врожай спочатку зростає, потім стабілізується, а за дуже високих норм зазвичай починає знижуватись. У межах розглянутого правила кожний елемент живлення має свою дію. Так, у калію зона стабілізації подовжена, тоді як в азоту зона інгібування виражена слабко. У дії мікродобрив спостерігається різкий перехід від зони зростання врожаю до зони його інгібування за незначного перевищення оптимальної норми внесення.

Значення хімічного складу рослин і закономірностей їх мінерального живлення має велике значення для організації оптимального живлення рослин та отримання рослинницької продукції належної якості.

Закон антагонізму іонів: окремі хімічні елементи знаходяться в ґрунті або у водному розчині в надлишку, перешкоджає поглинанню рослинами інших елементів. Цей закон сформулював у середині XIX ст. скандинавський учений Оскар Лев. З нього випливає висновок: співвідношення елементів у ґрунті має бути оптимальним, – інакше хімічні елементи, які знаходяться в надлишку, можуть перешкоджати поглинанню рослинами інших елементів.

3. Надходження елементів живлення в рослину (теорії живлення). Повітряне і кореневе живлення рослин

Елементи живлення рослин належать до чинників зовнішнього середовища, але водночас принципово різняться від інших чинників (температури, кислотності та ін.), оскільки в процесі поглинання вони перетворюються із зовнішніх чинників середовища на внутрішні чинники рослинного організму.

Відомо два типи живлення живих організмів: ***автотрофний*** – засвоєння мінеральних солей, води, вуглекислого газу та синтез із них органічних речовин; ***гетеротрофний*** – використання організмами готових органічних сполук. Рослини належать до автотрофних організмів, тоді як тварини і більшість мікроорганізмів – до гетеротрофних.

Завдяки процесу живлення (повітряному і кореневому) рослини ростуть і розвиваються, за оптимального живлення швидко нарощують масу.

Повітряне живлення рослин. Біологічний синтез органічних сполук із простих мінеральних речовин CO_2 і H_2O з використанням сонячної енергії називається ***фотосинтезом***. Сонячна енергія поглинається хлорофілом, що сприяє перебігу хімічних реакцій, внаслідок яких із вуглекислого газу і води утворюються органічні речовини:

$$6C^{16}O + 12H_2{}^{18}O + \xrightarrow[\text{Зелена рослина}]{\text{Світло (686 Дж)}} C_6H_{12}{}^{16}O_6 + 6{}^{18}O_2 + 6H^2{}_2{}^{16}$$

Використовуючи мічені атоми (^{16}O і ^{18}O), А. В. Виноградов, Р. В. Тейс, С. Рубен показали, що вільний кисень, який виділяється в процесі фотосинтезу є киснем води. Отже, при фотосинтезі розщеплюється вода, а не CO_2. Основну кількість CO_2 рослини отримують з повітря, решту – через кореневу систему.

Кількість міліграмів CO_2, засвоєного протягом 1 год. 1 $дм^2$ листкової поверхні, називається *інтенсивністю фотосинтезу.*

В рослинах поряд з процесами утворення органічних речовин відбуваються процеси їх розщеплення, пов'язані з диханням. **Дихання** – це сукупність реакцій перетворення складних органічних сполук на простіші.

Фотосинтез і дихання можна розглядати як два протилежних процеси. Якщо ці процеси відбуватимуться з однаковою інтенсивністю, то органічна речовина може не накопичуватись, особливо в холодну і похмуру погоду. Агротехнічні заходи повинні спрямовуватись так, щоб вони сприяли максимальному проходженню фотосинтезу, що забезпечує отримання найвищого врожаю.

Рослини в процесі фотосинтезу використовують фотосинтетично активну частину сонячної енергії – ***фотосинтетично активну радіацію*** (ФАР), що становить близько 50% усієї енергії інтегральної сонячної радіації.

Фотосинтезуючими елементами клітин листка є ***хлоропласти*** – пластиди, що містять зелений пігмент хлорофіл, однак у процесі фотосинтезу бере участь і вся клітина. Зелене забарвлення хлоропластів і здатність їх до фотосинтезу зумовлені наявністю зеленого пігменту – ***хлорофілу***. Для усіх фотосинтезуючих рослин обов'язкова наявність хлорофілу а і хлорофілу b, які різняться між собою кількістю атомів водню і кисню. Центральне місце в молекулі хлорофілу належить атому магнію, з яким зв'язані різні хімічні угруповання.

Важливим показником у формуванні врожаю є продуктивність фотосинтетичної роботи 1 кв. м площі поверхні листків. Вона характеризується показником чистої продуктивності фотосинтезу, що складається із загальної кількості сухої біомаси, утвореної рослиною впродовж доби, з розрахунку на 1 кв. м площі поверхні листків. Цей показник протягом вегетаційного періоду може коливатись від 0 і навіть від'ємних величин до 15-18 г/ $м^2$ за добу.

Для формування врожаю потрібно спрямувати всі фактори на підтримання оптимальних умов, що забезпечують:

- швидке, оптимальне зростання фотосинтетичного апарату – площі поверхні листя;
- найбільшу тривалість активної роботи листя протягом доби у вегетаційний період;
- найвищу інтенсивність фотосинтезу і сумарну кількість денного засвоєння вуглекислого газу;
- високі чисту продуктивність фотосинтезу і величину добового приросту сухої речовини;
- найбільшу величину коефіцієнта господарської ефективності фотосинтезу, що виражається відношенням маси господарської частини врожаю до маси біологічного врожаю.

Деякі органічні сполуки (амінокислоти, аміди тощо) практичного живлення для рослин не мають. Доведено, що багато зольних елементів живлення та азоту рослини можуть засвоювати у вигляді водних розчинів солей через листя. На цьому ґрунтується ***позакореневе живлення сільськогосподарських культур.***

Кореневе живлення рослин. Азот і зольні елементи живлення рослини отримують в основному у вигляді мінеральних сполук через корінь.

Рослини через листя засвоюють понад 95% CO_2,позакореневим живленням із водних розчинів можуть засвоювати через листя зольні елементи, азот і сірку. Однак основну кількість азоту, води і зольних елементів рослини засвоюють із ґрунту через кореневу систему. Вбирна здатність кореневої системи дуже велика. Наприклад, мінімальна доступна для рослин, кількість фосфорної кислоти становить 0,03-0,1 мг/л розчину.

Корінь рослини – це орган живлення. Складним органом вищих рослин є коренева система. Вбирна здатність окремих частин кореневої системи неоднакова. Найактивніші кореневі волосинки молодого коріння. Від їх кількості прямо залежить максимум вбирання.

До поверхні коренів рослин елементи живлення надходять за допомогою трьох механізмів:

- **кореневе перехоплення** – у процесі росту корені дотикаються до елементів живлення і поглинають їх. Значення цього механізму неістотне, оскільки у шарі ґрунту 0-30 см корені займають не більш як 1-2% його об'єму;

масовий потік – корені поглинають з ґрунту воду, а з нею – розчинені елементи живлення. численні дані досліджень доводять незалежність процесів забезпечення рослин водою і мінеральними елементами. Тут немає прямого зв'язку. Рослини поглинають іони вибірково. Значення масового потоку в живленні рослин змінюється в широких межах залежно від культури і ґрунтово-кліматичних умов.

дифузія – створюється в поживному розчині внаслідок засвоєння елементів живлення кореневою системою рослин. Це спонтанний природний процес. Внаслідок дифузії зростає гомогенність (однорідність) розчину зі зменшенням у ньому концентрації елементів живлення. це створює передумови для дифузії елементів живлення в ґрунті за градієнтом до поверхні кореня.. Дифузія елементів живлення відбувається за рахунок теплового руху молекул – броунівського руху.

Внесок кореневого перехоплення, масового потоку та дифузії в забезпеченні рослин кукурудзи елементами мінерального живлення

Елемент	Кількість елемента, необхідна для життєдіяльності рослин, кг/т	Кількість елемента, кг/га, що надходить внаслідок:		
		перехоплення	масового потоку	дифузії
N	190	2	150	38
P	40	1	2	37
K	195	4	35	156
Ca	40	60	150	0
Mg	45	15	100	0
S	22	1	65	0

В цьому конкретному випадку кореневе перехоплення робить найбільший внесок у загальну забезпеченість усіма елементами живлення за винятком кальцію, вміст якого в ґрунті значно перевищує потреби рослин. масовий потік може забезпечувати потребу кукурудзи в усіх елементах живлення, крім азоту, фосфору і калію. Нестачу елементів живлення коренева система задовольняє за рахунок дифузії.

Поглинання корінням мінеральних елементів. Для пояснення механізму поглинання поживних речовин через примежеві шари клітинних мембран, що постійно оновлюються, при контакті систем “корінь-середовище“ ученими висунуто різні припущення.

Запропоновано кілька теорій і гіпотез кореневого живлення рослин; коротко зупинимось на теоріях живлення у зв'язку із застосуванням добрив.

Дифузно-осмотична теорія. Згідно з цією теорією, ***клітина розглядається як осмотична система***. Рушійною силою проникнення речовин у клітину вважається різниця концентрацій клітинного соку і зовнішнього розчину. Допускається одночасне надходження в корінь води і елементів живлення. Завдяки дифузному переміщенню речовини самі потрапляють у рослину, самі проникають у сусідні живі клітини. Теорія розроблена Пфеффером у кінці XIX ст.

Ліпоїдна теорія ґрунтується на здатності речовин ліпоїдної природи проникати в клітину внаслідок розчинення їх у ліпоїдному компоненті мембрани. Мембрана протоплазми містить ліпоїдні речовини, в ній і відбуваються швидкі хімічні реакції, завдяки розчиненню в ліпоїдних компонентах мембран протоплазми елементів живлення, що надходять із зовнішнього середовища, останні проникають у корінь. Ця теорія виходить з окремого поглинання води та елементів живлення корінням рослин, в цьому й полягає її перевага порівняно з дифузно-осмотичною теорією. Була запропонована в 1897 році Овертоном.

Ультрафільтраційна теорія розглядає вбирний апарат коріння як модель, подібну до густого сита. Від діаметра комірчин і величини молекул прямо пропорційно залежить швидкість проникнення речовин ззовні. Речовини проникають швидше, якщо діаметр комірчин більший, а величина молекул менша, і навпаки. Проникнення в корені деяких органічних речовин , що мають молекули величезних розмірів, суперечить цій теорії. Теорія була розроблена Руландом.

Адсорбційна теорія. Ще у 1928-1935 рр. Трауре дійшов висновку, що надходження речовин у корені рослин пов'язане з колоїдним станом поверхневих шарів коріння і має обмінних характер, причому реакції відбуваються миттєво.

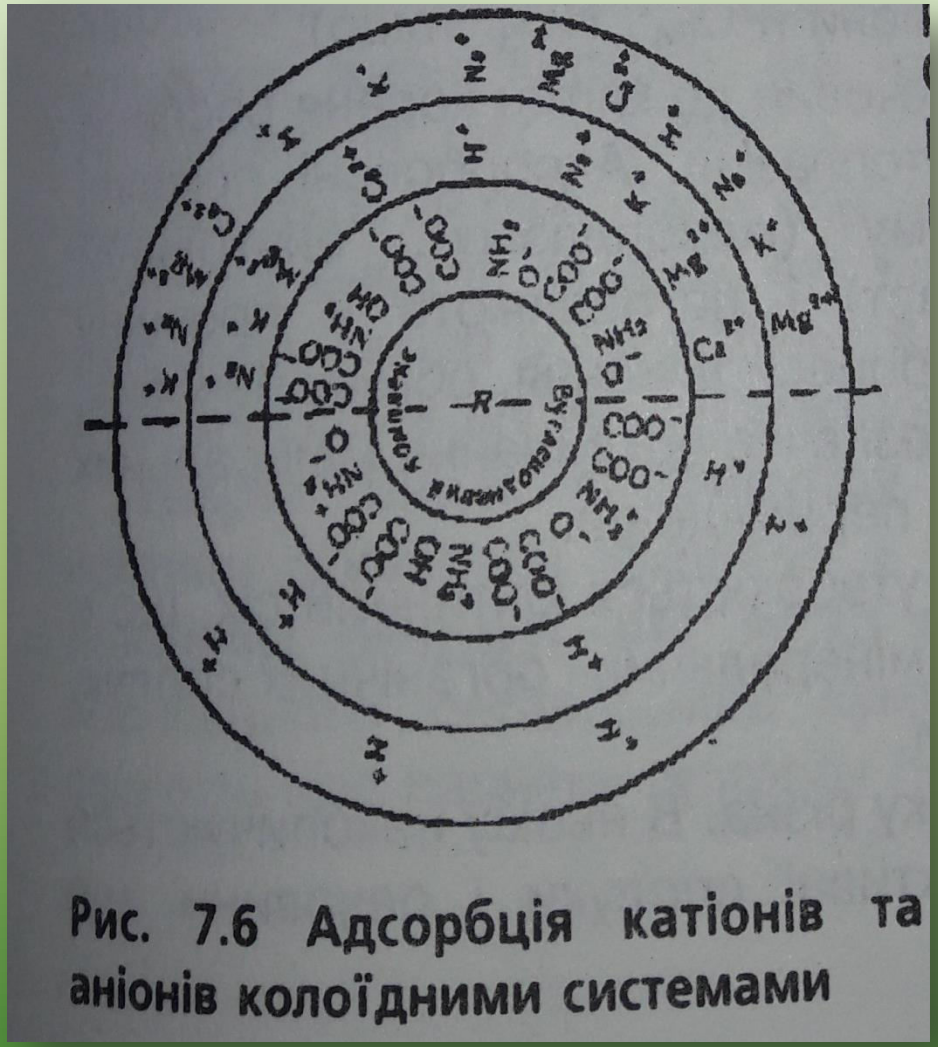


Рис. 7.6 Адсорбція катіонів та аніонів колоїдними системами

Рис.7.5. Механізм піноцитозу (Б.О.Ягодін)

Теорія “вільного простору”. Під ***“вільним простором”*** розуміють ту частину рослинної тканини, в якій відбувається лабільне накопичення поживних речовин, що легко втрачаються рослиною при видаленні із зовнішнього середовища кумулюючого фактора. Лабільність зв'язку свідчить про пасивну природу процесів.

Гіпотеза переносників та “іонні насоси”. Суть гіпотези полягає в тому, що іони проникають крізь мембрану не у вільному вигляді, а сполучаються на зовнішній поверхні ліпідної фази мембрани з молекулами переносника, утворюючи комплекс. На внутрішній поверхні мембрани цей комплекс дисоціює, вивільнюючи іони всередині клітини. Іони можуть переноситись всередину клітини за допомогою переносників – ферментів різного типу. Ця гіпотеза діє змогу кількісно визначити параметри поглинальної системи.

Активне перенесення речовин крізь мембрану. Піноцитоз. Здатність до активного транспортування речовин всередину клітини проти електрохімічного градієнта є важливою властивістю поверхневої мембрани клітини. Піноцитоз – один з основних механізмів проникнення речовин у клітину.

Згідно з **електрохімічною теорією**, активним вважають тільки таке перенесення іонів, яке відбувається проти градієнта електрохімічних потенціалів, а пасивним – яке відбувається у напрямку цього градієнта незалежно від того, зумовлене перенесення іонів метаболізмом, чи ні. Напрямок градієнта електрохімічних потенціалів можна розрахувати за одним із рівнянь (Гольдмана, Юссинга або Нернста), виведених на основі електрохімічної теорії.

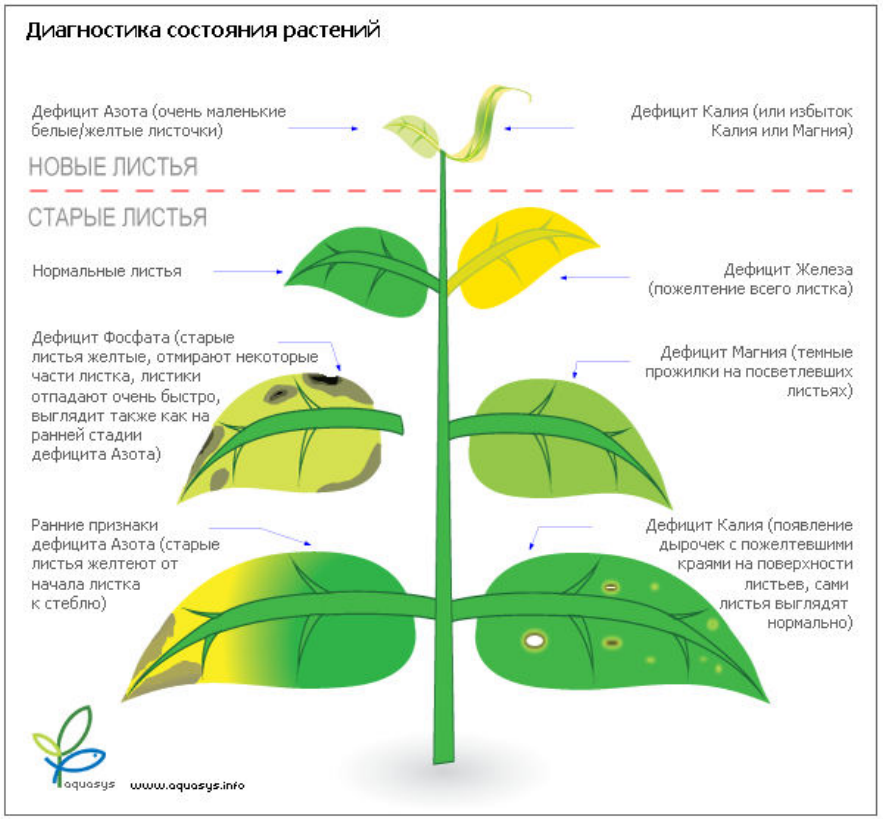
Перевага даної теорії полягає в тому, що вона є важливим критерієм для розгляду активного чи пасивного перенесення іонів. ДОДАТИ ФОТКИ З ТЕЛЕФОНА.

4. Комплексна діагностика умов живлення сільськогосподарських культур (ґрунтова, візуальна, листова, тканинна)

Рослинна діагностика – комплекс методів, які дозволяють визначити за показниками самої рослини ступінь її забезпеченості елементами живлення.

Серед багатьох методів виділяють:

- візуальну діагностику – визначення порушення живлення за зовнішнім виглядом рослин;
- морфо-біометричну діагностику – діагностика за приростом маси, кількістю та розмірами органів,
- масою та структурою врожаю;
- хімічну діагностику – хімічний аналіз рослин за фазами їх розвитку, яка в свою чергу поділяється на
- тканинну і листову діагностики;
- метод ін'єкцій (субмікропольовий або обприскування) – використовують в основному для діагностики живлення мікроелементами.



!!!Додати зображення нестачі елементів живлення!!!

Ознаки нестачі азоту на кукурудзі, сої та пшениці

Ознаки нестачі фосфору на кукурудзі та рисі

Ознаки нестачі калію на кукурудзі, ячмені, бавовнику та картоплі

Візуальна діагностика — визначення нестачі мінерального живлення рослин за кольором, формою, величиною листя і плям відмерлих тканин та ін. зовнішнім ознакам. При нестачі азоту листя набуває блідо-зеленого забарвлення, що переходить в деяких рослин в помаранчевий і червоний колір, або починають відмирати тканини листка від верхівки до його основи (кукурудза). Ознакою фосфорного голодування служить темно-зелене з голубуватим відтінком, фіолетове (кукурудза, сорго, томат) або пурпурне (капуста) забарвлення листя; по краях нижнього листя з'являються плями бурого або чорного кольору. Калійне голодування викликає зморшкуватість листових пластинок, укорочення міжвузлів, втрату тургору, темно-зелене з голубуватим або бронзовим (картопля, томати) відтінком забарвлення листя, пожовтіння, побуріння і відмирання тканин по краях. При нестачі магнію листя блідне, що пов'язане із зменшенням в них хлорофілу, між жилками утворюються плями різних відтінків, спостерігається ламкість листя. Нестача заліза приводить до хлорозу верхнього молодого листя, відмирання тканин по краях, їх засиханню; бору — до слабкого цвітіння і плодоутворення, відмирання верхівкових бруньок, хлорозу листя; міді — до хлорозу молодого листя, втрати тургору, уповільнення процесу утворення насіння; марганцю — до візерунчастості листя і появі на них дрібних плям; цинку — до пожовтіння, плямистості, асиметричності листя, укорочення міжвузлів; молібдену — до пожовтіння листя, а в бобових рослин — до слабкого розвитку кореневих бульбочок. Метод візуальної діагностики простий, не вимагає спеціального устаткування, але не зовсім точний, оскільки іноді зовнішні ознаки нестачі різних елементів є подібними. Крім того, шкідники, хвороби і несприятливі погодні умови можуть викликати зміни зовнішнього вигляду рослин, схожі на симптоми голодування або нестачі. У таких випадках потрібно підтвердити нестачу хімічним аналізом.

Тканинна діагностика включає низку методів для визначення елементів живлення в неорганічних формах у відібраних пробах. Для аналізу використовують головні жилки листя, вижатий сік ,частинки стебла та ін.

Відбір проб і підготовка рослинного матеріалу до аналізу. Відбір проб в дослідах з добривами проводять у певні періоди їх розвитку, а останній – за 2-3 дні до збирання врожаю, або під час його збирання. На посівах зернових і зернобобових культур проби відбирають з двох повторностей досліду. Для цього на кожній ділянці в 4-х місцях по діагоналі відбирають рослини з площі 0,25 $м^2$ і з них готують середню пробу. На посівах соняшника, кукурудзи, картоплі проби відбирають по діагоналі ділянки з 10 типових рослин, що і буде складати середню пробу. На посівах цукрових буряків та інших коренеплодів проби відбирають по діагоналі ділянки, викопуючи по 4 рослини в 5-10 місцях.

Відбір зразків рослин та їх фіксацію потрібно проводити в один і той же день. Не можна відбирати зразки рослин під час дощу, поливу або ж відразу після них. Відібрані зразки рослин розподіляють на окремі частини – зерно, солому, коренеплоди, гичку, які окремо зважують і визначають співвідношення між основною та нетоварною продукцією у відсотках до загальної маси рослин.

Середня маса зразка залежить від виду продукції і необхідної кількості матеріалу для характеристики його хімічного складу та технологічних якостей.

Так, маса середнього зразка зерна зернових та зернобобових культур повинна становити 1 кг, сіна, соломи з половою – 500 г.

Проби для листової і тканинної діагностики відбирають при проходженні відповідних фаз розвитку рослин:

- у зернових культур – на початку росту, а також у фазу кущіння-виходу в трубку, колосіння-цвітіння, наливу зерна із 100 типових рослин;
- у цукрових буряків – при утворенні 5-6 листка, 10-11 і 20-30 листка та під час збирання із 20-35 рослин;
- у багаторічних трав – до виходу в трубку та в період бутонізації із 50 рослин;
- у овочевих рослин – при утворенні розетки листя, фазу цвітіння та зав’язування плодів із 50 рослин;
- у плодових – при закінченні росту пагонів відбирають 100 листків (з середини пагона по 4 листки, у садах інтенсивного типу по 2 листки) на різних сторонах одного дерева.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

ЛЕКЦІЯ № 3

ТЕМА: "ВПЛИВ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАСВОЄННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИНАМИ"

ПЛАН

1. **Внутрішні і зовнішні умови засвоєння поживних речовин рослинами.**

2. **Роль ґрунтових мікроорганізмів у живленні рослин.**

3. **Засвоєння елементів живлення рослинами у різні періоди вегетації.**

4. **Вплив елементів живлення на біологічну якість врожаю.**

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія: Навчальний посібник. Умань, 2008 – 300 с.

4. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2002. – 344 с.

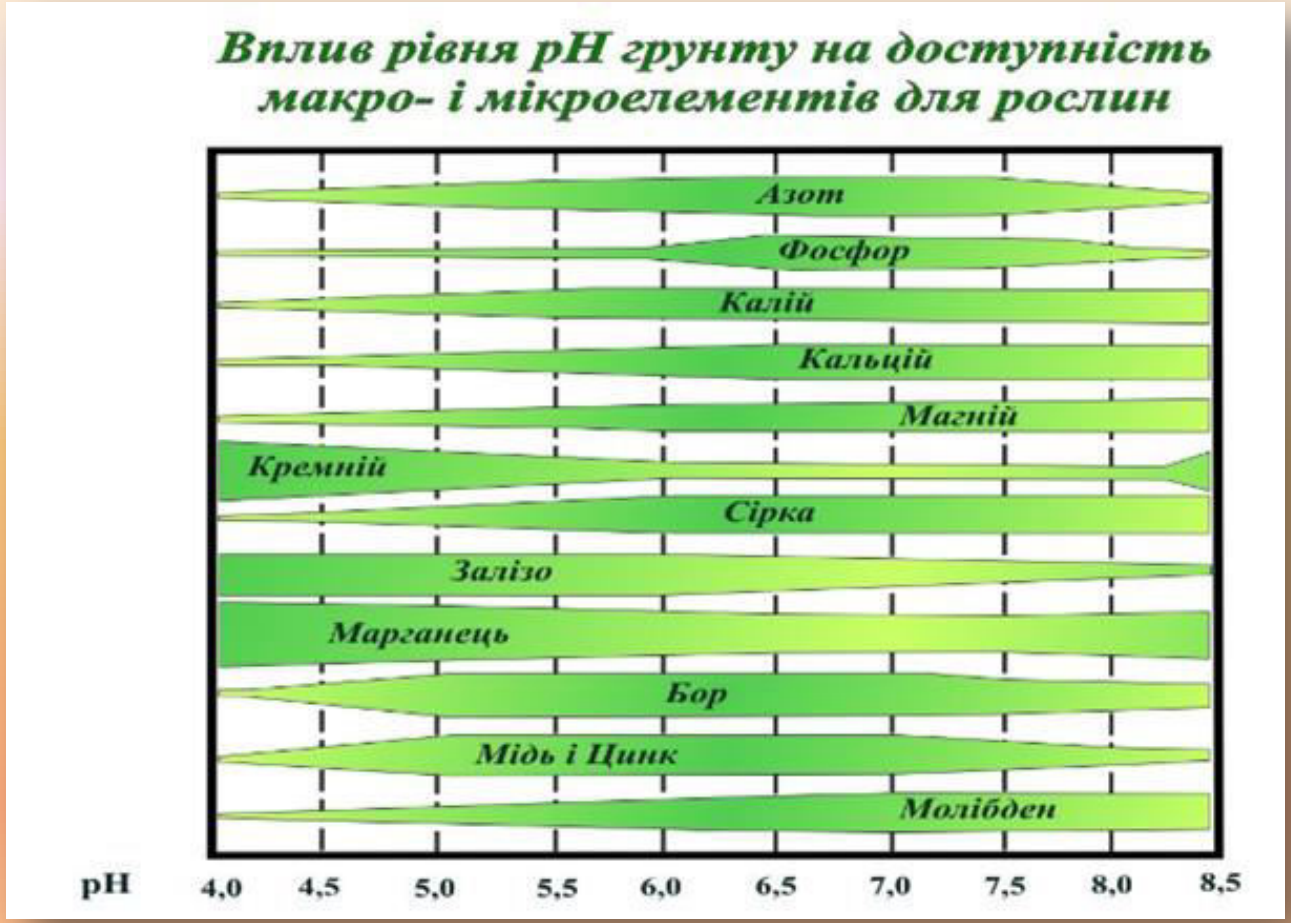
1.Внутрішні і зовнішні умови засвоєння поживних речовин рослинами

Засвоєння поживних речовин рослинами залежить від внутрішніх і зовнішніх умов живлення. До **внутрішніх умов** належать спадкові знаки, що зумовлюють анатомічну й морфологічну будову кожного виду рослин, темпи росту, настання фази розвитку, спосіб розмножения, продуктивність і хімічний склад урожаю, вимоги до властивостей середовища та ін.

Засвоєння рослинами елементів живлення залежить від властивостей ґрунту, його водно-повітряних і температурних режимів, освітленості та інших умов зовнішнього середовища. Основна умова нормального живлення рослин – наявність елементів живлення.

Умови живлення рослин потрібно враховувати під час складання системи удобрення культур (визначення норм, доз, форм, строків і способів внесення органічних і мінеральних добрив).

Реакція ґрунтового розчину значно впливає на мінеральне живлення рослин. так, для кожного елемента мінерального живлення рослин є своя зона оптимального значення показника pH ґрунту, за якого цей елемент найдоступніший для рослин.



Найкраще елементи живлення засвоюються із слабокислого або близького до нейтрального ґрунтового розчину (pH сольової суспензії 6,2-6,5). Підкислення чи підлуження ґрунту вливає на доступність для рослин окремих елементів живлення.

Концентрація поживного розчину і співвідношення в ньому елементів живлення. До складу ґрунтового розчину входять розчинні солі, органо-мінеральні та органічні сполуки, гази і найтонші колоїдні золі. *Склад ґрунтових розчинів формується в результаті взаємодії твердої, рідкої, газоподібної і живої фаз ґрунту під впливом зовнішніх чинників, які постійно змінюються*.

Хімічний склад ґрунтових розчинів:

- зумовлює руйнування і синтез гумінових речовин,
- формування вторинних мінералів,
- впливає на утворення комплексних сполук органічної та неорганічної природи.

З ґрунтового розчину рослини отримують необхідні поживні речовини, в тому числі макро- та мікроелементи. У ґрунтовому розчині органічні та неорганічні речовини знаходяться в молекулярному і частково іонізованому стані, утворюють складні комплексні сполуки. *Форма надходження хімічних елементів* у ґрунтовий розчин визначає їх стійкість у системі, й отже біо- і геохімічну міграційну здатність у трофічному ланцюгу.

Рухливість хімічних елементів у ґрунтах визначається характером їх сполук і фізико-хімічними властивостями ґрунтів. **Основні чинники, що впливають на рухливість мікроелементів в ґрунті:**

- сорбційна ємність ґрунтового вбирного комплексу (ГВК),
- кислотно-основні умови,
- вміст і склад глинистої фракції та органічних речовин.

Визначення терміну **“рухомі форми”**. Більшість учених об'єднують усі форми елементів, які переходять у будь-яку витяжку – водну, сольову, в розбавлені розчини сильних мінеральних та органічних кислот, лугів, розчини комплексонів. Вважається, що витяжки, які витісняють потенційно доступні форми елементів, визначають їх загальні запаси в ґрунті (*чинник ємності*), а витяжки, які екстрагують водорозчинні та обмінні форми, виявляють ступінь їх рухливості (*чинник інтенсивності*).

У природних умовах концентрація ґрунтового розчину незасолених ґрунтів зазвичай становить від 0,02 до 0,20%. Оптимальною вважається концентрація 0,03-0,20%.

За високих норм мінеральних добрив і в суху погоду концентрація ґрунтового розчину вища. Для ґрунтового розчину найважливіше, щоб його осмотичний потенціал не перевищував осмотичного потенціалу клітин коренів, інакше вони віддаватимуть у грунт воду, внаслідок чого почнеться їх висихання і відмирання.

Ріст надземних органів рослин і розвиток кореневої системи залежить від фізіологічної врівноваженості поживного розчину. ***Фізіологічна врівноваженість ґрунтового розчину*** полягає в досягненні оптимального співвідношення іонів мінеральних речовин у ньому.

Збалансованість хімічного складу рослин – основна умова їх нормального росту і розвитку. Взаємодія між хімічними елементами може бути антагоністичною або синергічною, а і незбалансовані реакції – причиною хімічних стресів у рослин.

Взаємодія мікроелементів у рослинах і середовищі, яке оточує корені рослин

(узагальнено В. П. Кирилюком, 2006)

	B	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Se	Zn
B			**– ?**	**– ?**	**– ?**	**+ / –**		
Co				**–**	**–**			
Cu				**–**	**+ / –**	**–**	**–**	**–**
Fe	**– ?**	**–**	**–**		**–**	**–**		**–**
Mn	**– ?**	**–**	**+ / –**	**–**		**+ / –**	**–**	**–**
Mo	**+ / –**		**–**	**–**	**+ / –**			
Se			**–**		**–**			**–**
Zn			**–**	**–**	**–**		**–**	

Примітка. В таблиці умовно позначено: порожня клітинка – антагонізм; “+” – синергізм; “+ / –” – антагонізм і (або) синергізм; “–?” – можливий антагонізм.

Відомо, що окремий іон будь-якої мінеральної речовини у чистому стані для рослин токсичний. Проте, якщо в ґрунтовому розчині знаходяться суміш іонів різних видів, то вони врівноважують токсичну дію один одного. Цей ефект називають ***антагонізмом іонів***. Це такий тип взаємодії, за якого фізіологічний ефект дії суміші солей менший за ефект дії окремої солі. Він виявляються в тому, що катіони різних елементів конкурують між собою під час адсорбції на поверхні коренів. Сильний антагонізм спостерігається між іонами Ca і Na; Ca і Mg; Cu і Fe; Mo і Fe; N і Cu, Fe, B; B і K; P і Zn, Cu, K, Ca.

Явище ***синергізму іонів*** полягає в тому, що одні іони підвищують поглинання та позитивну дію інших іонів. Синергізм може спостерігатись як між різнозарядженими іонами – катіонами й аніонами, так і однойменно зарядженими. У природі останнє частіше виявляється за невисокого їх умісту в ґрунтовому розчині. Явище синергізму характерне між азотом і магнієм; магнієм і фосфором; калієм і манганом, залізом; молібденом і азотом; сіркою та азотом. Синергізм буває ***додатним***, коли сумарна дій окремих елементів перевищує суму дії кожного з них, і ***від'ємним***, коли токсична дія однієї солі посилюється токсичним впливом іншої.

Взаємодія мі макро- і мікроелементами у рослинах

(узагальнено В. П. Кирилюком, 2006)

Макроелемент	Антагонізм із мікроелементами	Синергізм
Ca	Al, B, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn	Cu, Mn, Zn
Mg	Al, Ba, Cr, Mn, Zn	Al, Zn
P	Al, As, B, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, Zn	Al, B, Cu, Fe, Mo, Mn, Zn
K	Al, B, Hg, Cd, Mo, Mn, Rb	–
S	As, Ba, Fe, Mo, Pb, Se	F, Fe
N	B, F, Cu	B, Cu, Fe, Mo
Cl	Br, I	–

Якщо елементи доповнюють один одного, то це явище називають ***адитивністю іонів***. Воно полягає в тому, що дія суміші елементів живлення в розчині дорівнює сумі дій кожного елемента. Завдяки адитивності іонів можна поліпшити умови мінерального живлення рослин без підвищення норм мінеральних добрив, а лише забезпечивши врівноваженість ґрунтового розчину.

Для реалізації потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур у ґрунті має бути фізіологічно оптимальне співвідношення між рухомими формами елементів живлення. Співвідношення основних елементів у добриві залежить від норми його внесення.

Вологість ґрунту. Оптимальна вологість ґрунту (60-80% повної польової вологоємності) – необхідна умова для нормального живлення рослин. Вона має велике значення при засвоєнні ними елементів живлення. Вона є середовищем для дифузії елементів живлення з ґрунтового розчину і ґрунтового вбирного комплексу до коренів. На утворення органічних речовин рослини витрачають близько 0,2% поглиненої води, решта – випаровується. Отже, мінеральне живлення рослин – незалежний фізіологічний процес, мало пов'язаний із водним режимом рослин. Добрива на 20-30% знижують витрати води на утворення сухої речовини. Зменшення витрат води під дією добрив може бути пов'язане не тільки з позитивним впливом власне елементів живлення на метаболізм рослин, а й із більш раннім і потужнішим розвитком листкової поверхні, що сприяє зменшенню фізичного випаровування з поверхні ґрунту і збільшення, таким чином, кількості вологи, що йде на продуктивну транспірацію рослинами. У свою чергу, за достатнього забезпечення вологою підвищується віддача від внесених добрив, що доведено практикою застосування добрив в умовах зрошення.

Повітряний режим. Рослини можуть поглинати елементи живлення лише в умовах сприятливого повітряного режиму ґрунту. Для більшості сільськогосподарських культур достатнім є вміст у ґрунті 2-3% кисню. За нестачі кисню в ньому утворюється більше відновлених форм заліза та інших сполук, шкідливих для рослин, і збільшується вміст вуглекислого газу, що знижує засвоєння коренями іонів амонію, нітратів і фосфатів та пригнічує діяльність мікроорганізмів. Для забезпечення коренів рослин киснем створюють сприятливу структуру ґрунту.

Температура ґрунту. За температури ґрунту 5-7^{0}С знижується надходження в рослини азоту, фосфору, кальцію, сірки, меншою мірою – калію. Амонійний азот може надходити в рослини за нижчої температури, ніж нітратний. Оптимальна температура для азотного і фосфорного живлення – 23-25^{0}С. З підвищенням температури від 20 до 35^{0}С інтенсифікується утворення білка в зерні пшениці озимої. Проте надмірно висока температура негативно впливає на надходження елементів живлення в рослину, що зумовлено зниженням активності ферментативних систем.

Освітлення. Живлення і продуктивність сільськогосподарських культур залежить від інтенсивності освітлення. Затінення рослин у посівах внаслідок загущення знижує інтенсивність фотосинтезу і дихання, а отже, і врожайність.

2.Роль ґрунтових мікроорганізмів у живленні рослин

Мікроорганізми – досить важливі для існування життя на нашій планеті. Внаслідок діяльності мікрофлори відбувається мінералізація органічних решток, в атмосферу безперервно надходить вуглекислий газ, за участю якого зелені рослини здійснюють фотосинтез.

Утворення ґрунту безпосередньо пов'язане з еволюцією життя. Мікроорганізми виділяють сильні кислоти, які розкладають материнську породу, подрібнюють її. З часом материнська порода збагачується органічними речовинами, відбувається процес ґрунтоутворення. В орному шарі ґрунту маса бактерій становить від 3 до 7–8 т/га. За нестачі свіжих органічних речовин у ґрунті знижується інтенсивність їх розкладання. Частина мікроорганізмів стає "безробітною" й утворює таким чином запасний пул. У будь-який момент за поліпшення стану землеробства він готовий взятися за свою справу і включитися в біологічний колообіг. Отже, йдеться не про деградацію ґрунтової біоти, а про деградацію її активності.

Як уже зазначалося, кореневі системи рослин за звичайних умов постійно виділяють у навколишнє середовище речовини різної природи.

У безпосередній близькості до коренів на відстані 1-2 мм у ґрунті знаходиться зона, яку називають ***ризосферою***. У цій зоні відчувається досить істотний вплив кореневих виділень на мікроорганізми ґрунту, які, у свою чергу, впливають на колообіг елементів живлення в ґрунті, й отже, на кореневе живлення рослин. У ризосфері, багатій на органічні виділення коренів, чисельність мікроорганізмів у 10 і більше разів вища, ніж у навколишньому ґрунті.

Рослини не лише сприяють розвитку мікроорганізмів у ризосфері, а й селекціонують деякі їх групи. Тому мікрофлора ризосфери відрізняється від решти ґрунту за складом мікроорганізмів.

У ризосфері переважають денітрифікатори й амоніфікатори та неспорові форми, у меншій кількості трапляються гриби, актиноміцети і спорові форми. Згідно із сучасними даними, денітрифікатори за певних умов зовнішнього середовища можуть зумовлювати азотфіксацію. Так, за наявності органічних речовин, надлишку азоту й нестачі кисню відбувається денітрифікація, а за наявності органічних речовин та відсутності зв'язаного азоту – азотфіксація.

У ризосфері також активно відбувається процес відокремлення неорганічного фосфору від фосфоровмісних органічних сполук. Багато бактерій ризосфери синтезує вітаміни, ауксини і фітогормони, які стимулюють ріст коренів. Гриби і бактерії ризосфери синтезують ***сидерофери*** – органічні молекули, які специфічно зв'язують іони Fe3+ і полегшують їх надходження в клітини, але рослини утворюють також ***фітосидерофери***, які зв'язують і поглинають залізо.

Під час вегетації рослин склад мікроорганізмів у ризосфері змінюється. Так, у молодих коренів злаків у ризосфері переважають *неспороутворювальні гетеротрофи, грамнегативні псевдомонади і гриби*, у фазу цвітіння – *бацили, актиноміцети та целюлозоруйнівні мікроорганізми*, які розкладають органічні рештки.

Між коренями рослин і ґрунтовими мікроорганізмами складаються різні взаємовідносини. Деякі з них сприятливо діють на рослини, інші пригнічують їх ріст і можуть знизити врожай. Розвиток великої кількості мікроорганізмів у ризосфері призводить до поглинання значної кількості елементів живлення і рослини тимчасово позбавляються їх. Після відмирання клітин мікроорганізмів ці елементи знову повертаються в ґрунт. За допомогою агротехнологічних і меліоративних заходів можна змінювати склад мікроорганізмів у ризосфері та активізувати ті мікробіологічні процеси, які позитивно впливають на умови ґрунтового живлення рослин.

1881 р. професор Одеського університету Ф. Т. Коменський, вивчаючи анатомічну будову безхлорофільної рослини Hypopitis monotropa, виявив, що її корені вкриті товстим шаром грибного міцелію і не контактують безпосередньо з ґрунтом. Учений зробив висновок про можливість симбіотичних відносин між грибами і коренем рослини. **Німецький ботанік А. Франк 1885 р.** цей симбіоз назвав ***мікоризою (грибокоренем)***. У симбіозі з грибами живуть корені 80% усіх голонасінних і покритонасінних рослин. Проте мікориза рідко трапляється в особин, які ростуть на дуже сухих, засолених і перезволожених ґрунтах.

Розрізняють ***два види мікоризи: екто- та ендотрофну***.

За ***ектотрофної мікоризи*** гриб обплітає весь корінь і додаткові корінці й утворює чохол із гіфів. У рослині з такою мікоризою кореневі волоски не утворюються, їх замінюють тонкі гіфи гриба. Унаслідок тісного контакту з ґрунтом полегшується надходження в корінь води і мінеральних речовин, зокрема фосфатів. Корені, інфіковані мікоризою, краще галузяться і довше живуть. Ектотрофна мікориза переважно поширена у чагарників і деревних порід. У трав'янистих рослин вона трапляється рідко. Рослини, які отримують поживні речовини за допомогою грибів, що оселяються на їхньому корінні, називають ***мікотрофними.***

Облігативними мікотрофами, які без гриба нормально розвиватися не можуть, є *дуб, граб, шпилькові*. ***Факультативними мікотрофами***, тобто такими, які можуть існувати і без мікоризи, але краще розвиваються з нею, є *липа, береза, більшість кущів*.

Ектотрофну мікоризу утворюють шапинкові гриби – білі, підберезники, мухомори, сироїжки та ін.

Ендотрофна мікориза не утворює суцільного чохла навколо кореня, тому кореневі волоски зберігаються. Навколо коренів формується рідка сітка з товстих гіфів, які проникають у ґрунт на багато сантиметрів.

Ендотрофна мікориза поширена в деяких сільськогосподарських культур: *кукурудза, жито, пшениця, овес, цукрова тростина, цибуля, яблуня та ін. Її виявлено також у клена, вільхи, верейка та у багатьох бобових.*

Ендомікоризні гриби роду **Endogone** мають широке коло рослин-хазяїнів. їх використовують для інфікування злаків, бобових і цитрусових. Для зараження беруть корені рослин і ґрунт із розрахунку 0,8–10 т ґрунту на 1 га. Такий великий інокулюм діє багато років. Інокуляція ефективніша на ґрунтах, бідних на доступні форми фосфору.

Отже, ***біологічна активність ґрунту*** – це сукупність біохімічних реакцій, які відбуваються в ґрунті і сприяють відновленню запасів використаних або розкладених складових частин, тому він має певну стабільність, що залежить від чисельності і видового складу ґрунтових живих організмів, типу ґрунту, пори року, клімату і культури землеробства. У зв'язку з цим під біологічною активністю ґрунту слід розуміти всю сукупність умов і чинників, у яких цей ґрунт формувався.

Показниками біологічної активності ґрунту є:

- виділення вуглекислого газу, тобто дихання ґрунту;
- здатність ґрунту до амоніфікації і накопичення нітратів;
- швидкість розкладання клітковини;
- активність ферментів азотного і фосфатного обмінів, а також ферментів, які каналізують окислювальні процеси;
- абсолютна кількість мікроорганізмів, особливо азотобактера, епіфітних бактерій і неспорових ґрунтових бактерій.

Показники біологічної активності ґрунту необхідні для його характеристики як біологічної системи та оцінювання ступеня змін під впливом антропогенної дії.

Жоден із показників біологічної активності окремо не відображає складних біологічних і біохімічних змін, які відбуваються у ґрунті.

На біологічну активність ґрунту найбільше впливають органічні добрива, особливо гній. З гноєм у ґрунт надходить велика кількість поживних речовин для ґрунтової мікрофлори та багато мікроорганізмів. Із сидератами і компостами мікроорганізми отримують засвоювані сполуки азоту й вуглецю.

3.Засвоєння елементів живлення рослинами у різні періоди вегетації

Упродовж вегетації рослин (в онтогенезі) елементи живлення поглинаються нерівномірно. Раціональна система удобрення має враховувати життєві цикли потреб рослин в елементах живлення і своєчасно забезпечувати їх у необхідних кількості й співвідношенні у найбільш засвоюваних формах.

Недостатня забезпеченість тим чи іншим елементом в окремі періоди життя зумовлює зниження врожаю та погіршення його якості.

За час вегетації в рослин виділяють **два періоди, які різняться характером поглинання елементів живлення**: ***критичний***, коли в рослини надходить невелика кількість елементів живлення, але їх нестача погіршує ріст і розвиток рослин, та ***максимального засвоєння***, коли рослини поглинають найбільшу їх кількість.

Для багатьох рослин критичним є період появи сходів, насамперед щодо фосфору. У цей період у рослин інтенсивно відбуваються синтетичні процеси, але коренева система розвинена ще слабко. *І навіть якщо в наступні фази розвитку фосфорне живлення буде достатнім, це не виправить ситуацію – врожай буде нижчим. Тому системою удобрення має бути передбачено посилене живлення рослин фосфором порівняно з азотом і калієм на початку вегетації. Для цього фосфорні добрива невеликими дозами вносять у рядки під час сівби.* Під деякі культури під час сівби вносять усі основні елементи живлення: азот, фосфор і калій, наприклад під зернові, буряк, картоплю.

У зернових злаків закладання і диференціація репродуктивних органів розпочинається вже в період 3–4 листків. Нестача азоту в цей час призводить до зменшення кількості колосків та зниження врожаю. Тому цей недолік наступним нормальним азотним живленням виправити не вдається.

Слід також зазначити, що тривалість періоду живлення, тобто інтервал часу, впродовж якого рослини засвоюють елементи живлення з навколишнього середовища, не завжди збігається з вегетаційним періодом. У перший період життя вони використовують елементи живлення з проростаючого насіння або з бульб чи коренеплодів. Наприкінці вегетації багато рослин перестають засвоювати елементи живлення ззовні, але продовжують повторно використовувати ті, які були засвоєнні раніше.

За тривалістю періоду живлення сільськогосподарські культури істотно різняться між собою. Наприклад, буряк, картопля, кукурудза, горох, люпин, конюшина та інші культури засвоюють елементи живлення впродовж усього періоду вегетації, тоді як у ячменю період живлення відбувається протягом перших 50–60 діб, хоча вегетаційний період триває 80–90 діб.

Інтенсивність засвоєння елементів живлення рослинами в різні періоди вегетації неоднакова. Кожна культура має свої періоди інтенсивного їх засвоєння. *Так, трави, буряк, кукурудза, соняшник відрізняються тривалим періодом засвоєння елементів живлення, який продовжується майже до кінця їх вегетації. Всі зернові культури (за винятком кукурудзи), а також льон, рання картопля, деякі овочеві культури мають короткий період засвоєння основної кількості елементів живлення*.

Наприклад, **капуста** найбільшу кількість елементів живлення засвоює під час формування головки. **Буряк цукровий** за другий місяць життя засвоює у 50 разів більше азоту, у 15 – фосфору й у 60 разів – калію, ніж за перший місяць.

Льон найчутливіший до рівня азотного живлення від фази ялинки до бутонізації, а злакові культури – у період формування листкового апарату і в період диференціації репродуктивних органів, тобто від фази виходу в трубку до початку колосіння. **Буряк цукровий** потребує посиленого калійного живлення у період цукронакопичення.

Огірок вибагливий до живлення азотом у період формування листкового апарату, а до живлення фосфором – перед цвітінням. У період плодоношення він потребує посиленого забезпечення азотом і калієм.

Потреба більшості рослин в азоті до початку плодоношення зменшується, причому значення фосфору і калію у живленні рослин зростає. Загалом у період плодоношення засвоювання елементів живлення знижується і наприкінці вегетації життєдіяльність рослин, переважно відбувається шляхом повторного використання раніше накопичених елементів живлення.

Особливості засвоєння елементів живлення у різні фази вегетації потрібно враховувати під час складання системи удобрення сільськогосподарських культур, яка зазвичай включає три прийоми застосування добрив у різні строки: основне, рядкове і підживлення. Основне внесення добрив до сівби має забезпечувати живлення рослин упродовж усього періоду вегетації, тому зазвичай вносять повну норму органічних і більшу частину мінеральних добрив. Внесення добрив у рядки має за мету "підтримати" рослини у перші 10-20 діб після появи сходів. Для цього використовують легкорозчинні форми фосфорних або комплексних добрив. У період максимального засвоєння рослинами елементів живлення проводять кореневі й позакореневі підживлення.

4.Вплив елементів живлення на біологічну якість урожаю

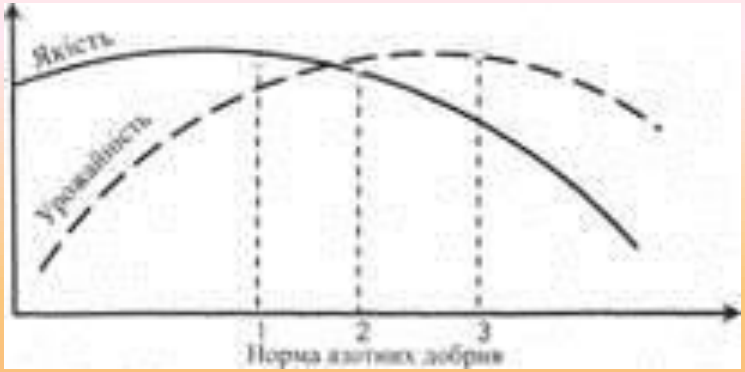
Переважну більшість продукції сільського господарства людина використовує як продукти харчування, тому висока їх якість – важливе завдання агрохімії. Велика кількість сільськогосподарських культур, особливості їх живлення унеможливлюють встановлення узагальнених показників для характеристики якості отриманої продукції. Для одних культур велике значення має вміст сухої речовини і зольних елементів, для інших – вміст білків, цукрів, кислот, вітамінів тощо.

Так, залежно від умов вирощування і сортових особливостей вміст білка в пшениці може змінюватися від 9 до 25 %, крохмалю в картоплі – від 8 до 29, цукру в буряку цукровому – від 12 до 22 %. Крім того, кількість жиру в насіннєві олійних культур, цукрів і вітамінів у плодах і овочах може змінюватися в 1,5–2 рази. Умови навколишнього природного середовища (ґрунтові умови, температура та вологість повітря і ґрунту, освітленість тощо) впливають на інтенсивність процесів, які відбуваються в рослинах. Якість продукції істотно залежить від умов живлення рослин, насамперед від застосування добрив.

Найбільше впливають на якість рослинної продукції різноспрямовані процеси – ***біосинтез білків*** та інших азотних сполук, ***біосинтез вуглеводів або жирів***. За посиленого біосинтезу білків зменшується синтез вуглеводів чи жирів, і навпаки.

Азот входить до складу сполук, які відіграють важливу роль в обміні речовин у рослинному організмі. На початку росту рослини засвоюють порівняно невелику кількість азоту, але нестача його у цей період негативно впливає на подальший ріст рослин. Найінтенсивніше рослини поглинають азот з ґрунту для синтезу амінокислот і білків у період максимального росту та утворення вегетативних органів.

Проте посилене живлення азотом не завжди зумовлює підвищення їх продуктивності



1 – оптимальна норма добрив для формування якості врожаю; 2 – раціональна норма добрив для формування високоякісного врожаю; 3 – оптимальна норма добрив для формування врожаю.

Подальше підвищення норм добрив не сприяє її росту. Крива росту якості продукції досягає максимуму і починає знижуватися раніше, ніж крива росту врожайності. Отже, якість є досить чутливим показником, її зниження відбувається швидше і настає раніше.

Під впливом фосфорних добрив збільшується інтенсивність синтезу сахарози, крохмалю, жирів, дещо менше – білків. Для якості продукції важлива не лише абсолютна кількість фосфору, а й його співвідношення з іншими елементами живлення, насамперед з азотом. Змінюючи співвідношення N : P, можна регулювати інтенсивність, спрямованість процесів обміну, сприяти накопиченню в рослинах білків або вуглеводів.

Під впливом калію в рослинах посилюється накопичення крохмалю, цукру і жирів. Він також інтенсифікує синтез високомолекулярних вуглеводів (целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин), унаслідок чого потовщуються стінки клітин стебел злакових культур, підвищується їх стійкість проти вилягання. У деяких рослин калій посилює синтез вітамінів, наприклад тіаміну, рибофлавіну.

Під впливом мікроелементів у листках збільшується вміст хлорофілу, поліпшується процес фотосинтезу, посилюється асиміляційна діяльність усієї рослини. Багато мікроелементів входить до складу активних центрів ферментів і вітамінів. Після внесення мікродобрив поліпшується збалансованість мінерального живлення рослин.

Однією з найважливіших якісних характеристик сільськогосподарської продукції є ***вміст білка***. Добова потреба в ньому людини – **70-100 г**. Нестача в харчуванні білка призводить до порушення обміну речовин, розладу нервової системи, зниження резистентності організму. Якщо раціон годівлі тварин не збалансований за білком, знижується їх продуктивність, перевитрачаються корми.

Зернові колосові та зернобобові культури є основним джерелом рослинного білка. Велике значення для характеристики якості зерна має також ***амінокислотний склад білка***. Багато амінокислот синтезується в організмі людини і тварин, але **8 із 20 відомих амінокислот для людини незамінні** (не синтезуються в організмі), тому мають надходити з їжею. Це *триптофан, фенілаланін, метіонін, лізин, валін, треонін, ізолейцин, лейцин*.

Білки різних культур істотно різняться за амінокислотним складом. Наприклад, у білку зернових злаків міститься мало лізину і триптофану, в білку зерна бобових культур – недостатній вміст метіоніну, в картоплі – валіну.

Біосинтез індивідуальних, специфічних для організму білків визначається генетичними чинниками. Проте у разі зміни вмісту білка під впливом зовнішніх чинників змінюється і співвідношення між різними його фракціями. Азотні добрива, збільшуючи загальний вміст білка в зерні, змінюють його склад внаслідок збільшення вмісту *гліадину і глютеліну* та зменшення вмісту – альбумінів і глобулінів. Вміст і ступінь використання амінокислот, що надходять в організм, характеризують їх біологічну цінність. Найоб'єктивнішу оцінку біологічної цінності зерна отримують експериментально, згодовуючи його тваринам.

Білки із зернобобових культур цінніші, оскільки містять азотистих речовин більше та кращої якості, ніж злакові. Так як бобові культури фіксують атмосферний азот, якість їх продукції можна регулювати зміною норми калійних і фосфорних добрив (азот вносять у стартовій дозі 20–30 кг/га для пришвидшення утворення бульбочкових бактерій на початку росту рослин), а також внесенням мікроелементів, зокрема молібдену. Вплив фосфорних добрив на якість зерна неоднозначний. У разі незбалансованого їх застосування вміст білка знижується. Проте на ґрунтах із малим умістом рухомих сполук фосфору і високою здатністю мінералізувати органічні сполуки азоту спостерігається позитивна дія фосфорних добрив. Причиною зниження вмісту білка в зерні під впливом ліпшого фосфорного живлення є поліпшення росту рослин і збільшення їх врожаю, що призводить до нестачі азоту і перерозподілу його в рослині.

Вплив калійних добрив на вміст білка в зерні також неоднозначний. Позитивний вплив калійних добрив найчастіше виявляється на ґрунтах із низьким вмістом рухомих сполук калію, а також за оптимального співвідношення з азотними добривами. Тому для збільшення вмісту білка в рослинах потрібне збалансоване азотно-фосфорно-калійне живлення. Від рівня азотного живлення рослин залежить не лише вміст азотних речовин, а й крохмалю. Це особливо важливо під час вирощування картоплі. Азотні добрива знижують вміст крохмалю в бульбах, що пов'язано з неповною їх зрілістю і збільшенням частки у врожаї великих бульб, в яких міститься менше крохмалю, ніж у бульбах середнього розміру.

Фосфорні добрива позитивно впливають на накопичення в бульбах картоплі крохмалю. Проте на крохмалистість бульб сильніше впливають калійні добрива, оскільки за нестачі калію затримується перетворення вуглеводів на крохмаль. Однак це залежить від форм калійних добрив. Наприклад, хлоровмісні їх форми за весняного внесення знижують вміст крохмалю в бульбах.

Калійні добрива знижують вміст азоту в зерні, але збільшують вміст крохмалю. Підвищені їх норми впливають на крохмалистість зерна, так само, як і азотні на білковість. Калій рослини насамперед використовується на формування вегетативної маси і лише потім – на створення запасних речовин зерна. Тому за великого приросту врожаю вміст крохмалю збільшується неістотно і навпаки, за незначного приросту вміст крохмалю в зерні зростає.

За вмістом цукру визначають технічну цінність буряку цукрового та поживну – багатьох овочевих культур. Особливо негативно впливають на цукристість і технологічні якості коренеплодів буряку високі норми азотних добрив. Чим пізніше і більшими дозами проводять підживлення азотними добривами, тим нижча врожайність і менший вихід цукру з одиниці площі.

Вплив фосфорних добрив на врожай і цукристість коренеплодів буряку залежить від вмісту в ґрунті рухомих сполук фосфору: якщо він невисокий – виявляється позитивна дія, за високого його вмісту позитивна дія не спостерігається. Калійні добрива найменше впливають на врожай цих коренеплодів.

Олійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця та ін.) є основними джерелами рослинних жирів. Якщо в рослинах жири утворюються з вуглеводів, то зазвичай між вмістом жирів і білків існує зворотний зв'язок: чим більший вміст білка, тим менший вміст жиру, і навпаки. Тому оліїстість насіння значно (на 2–4 %) підвищують фосфорні й калійні добрива. Якість олії також поліпшується – в ній збільшується кількість ненасичених жирних кислот (іноді їх називають вітаміном F).

Якість овочів залежить від умов живлення. Так, за достатнього забезпечення рослин азотом збільшується приріст вегетативної маси, плодів, коренеплодів і бульб, а за його нестачі порушується обмін, зменшується вміст поживних речовин, змінюється співвідношення між елементами живлення. За надмірної кількості азоту зменшується вміст азотистих сполук. Фосфорні й калійні добрива сприяють накопиченню цукру й аскорбінової кислоти (вітаміну С) в овочах.

Найбільшу позитивну дію на структуру врожаю моркви і буряку столового чинять калійні добрива, які сприяють відтоку пластичних речовин із листків у продуктивні органи. Оптимальні норми мінеральних добрив (за оптимального співвідношення елементів живлення) не спричинюють погіршення структури врожаю більшості культур.

Дія добрив на якісні показники капусти білоголової залежить від ґрунтово- кліматичних умов. Азотні добрива помітно впливають на підвищення її врожаю.

Проте надмірне однобічне азотне живлення зменшує вміст сухих речовин, цукрів, вітамінів та підвищує накопичення нітратів. У Лісостепу і Степу азотні добрива майже не впливають на якість продукції.

У капусти цвітної азот сприяє збільшенню маси і розміру суцвіть, поліпшує товарні якості, але за високого однобічного живлення можуть утворюватися розсипчасті суцвіття. Іноді від надлишку азоту вони цвітуть і стають непридатними для вживання.

Урожай плодів помідора під впливом добрив зростає. В них підвищується вміст сухих речовин, цукрів аскорбінової кислоти тощо. За недостатнього забезпечення рослин калієм урожай не зменшується, але помітно знижується його якість. Надлишок азоту сповільнює достигання плодів, зменшує накопичення сухих речовин і цукрів, змінює співвідношення цукрів відносно кислот.

Якість овочевої продукції значною мірою залежить від забезпеченості рослин мікроелементами – бором, манганом, молібденом та ін. Вони пришвидшують достигання, що сприяє збільшенню врожаю, підвищенню в ньому вмісту сухих речовин, цукрів, білків, вітаміну С. Під впливом мікроелементів поліпшуються також дієтичні властивості помідора, перцю та зеленних культур.

Важливою якісною характеристикою картоплі, овочевих і кормових культур є вміст нітратів. Азот нітратів, що надходить у рослини, відновлюється до аміаку і за достатньої кількості вуглеводів бере участь в утворенні первинних кислот – аспарагінової, глутамінової. Невідновлена частина нітратного азоту може відкладатися в бульбах, коренеплодах і листкових черешках. Нітрати накопичуються в разі внесення надлишкових норм азотних добрив, пізніх строків їх внесення, незбалансованого азотного живлення з іншими макро- і мікроелементами, а також через метеорологічні умови – недостатнє освітлення і низьку вологість ґрунту. Серед багатьох чинників, які спричинюють накопичення нітратів у сільськогосподарських культурах, слід зазначити видову й сортову специфіку накопичення нітратів. Серед представників вищих рослин виділяють групу родин, які здатні акумулювати значні кількості нітратів, – Лободові, Зонтичні, Гарбузові, Складноцвіті, Капустяні, Пасльонові. Серед них найбільшою здатністю до накопичення нітратів характеризуються Капустяні, Гарбузові, Пасльонові. Найбільшу кількість нітратів накопичують редька біла, буряк столовий, салат, шпинат, редиска, тоді як помідор, перець солодкий, баклажан, часник і зелений горошок мають низький вміст нітратів. Поряд з видовими особливостями накопичення нітратів існують також сортові.

Кількість нітратів у продукції рослинництва можна зменшити, визначивши оптимальні умови для збирання врожаю та врахувавши ґрунтові й погодні чинники. Накопиченню нітратів перешкоджає оптимізація азотного живлення рослин, збалансоване співвідношення з основними елементами живлення і достатня забезпеченість рослин мікроелементами, насамперед бором і молібденом, які поліпшують вуглеводний і білковий обмін.

За незбалансованого мінерального живлення в рослинах змінюється вміст інших речовин – вітамінів, ефірних олій, алкалоїдів, органічних кислот тощо. Отже, грамотне застосування добрив з урахуванням не лише високого рівня врожайності, економічних потреб, а й доброї якості рослинницької продукції має стати важливим питанням сучасної агрохімії.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

ЛЕКЦІЯ № 18

ТЕМА: “УДОБРЕННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР”

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.
2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.
3. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія: Навчальний посібник. Умань, 2008 – 300 с.
4. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2002. – 344 с.

ПЛАН

1. Особливості живлення овочевих культур.
2. Застосування добрив.
3. Удобрення капусти, помідора, огірка.
4. Удобрення столових коренеплодів та цибулі.

1. Особливості живлення овочевих культур

Розробляючи систему застосування добрив під овочеві культури, поряд з підвищенням урожайності, потрібно враховувати необхідність отримання продукції високої якості – з достатньою кількістю вітамінів, мінеральних солей, без умісту шкідливих сполук вищого від допустимого рівня. Це досягається регулюванням складу і співвідношенням елементів живлення в добривах під окремі культури, строків і способів їх застосування залежно від виду отримуваної продукції. Тому вирощування різноманітних овочевих культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах потребує диференційованого підходу до розроблення системи застосування під них добрив. Проте є й деякі загальні закономірності в їх удобренні. Всі овочеві добре реагують і дають виші врожаї на окультурених ґрунтах, що мають сприятливі агрофізичні властивості та агрохімічні характеристики, достатньо гумусовані, зі слабокислою або нейтральною реакцією середовища. Ранні теплолюбні овочеві культури найліпше ростуть і розвиваються на прогрітих легко- і середньосуглинкових ґрунтах, пізні – менш вибагливі до гранулометричного складу ґрунту. Для овочевих культур проводять відповідне групування ґрунтів за рівнем забезпеченості рослин рухомими сполуками елементів живлення і вищими нормами добрив.

За вимогами до умов живлення овочеві культури поділяють на такі групи:

- ***дуже вибагливі*** – огірок, цибуля, часник, морква, петрушка, перець, баклажан, капуста цвітна і брюссельська, салат;
- ***вибагливі*** – капуста білоголова, помідор, буряк столовий, шпинат, капуста кольрабі, селера, квасоля, гарбуз, кабачок;
- ***середньовибагливі*** – горошок зелений, редиска, редька, щавель.

Різні овочеві культури мають свої особливості динаміки засвоєння елементів живлення. Так, листкові овочі (салат, шпинат, щавель) виявляють підвищені вимоги до живлення азотом, коренеплоди – калієм, помідор – фосфором, огірок – фосфором і калієм. Культури, призначені для тривалого зберігання, потребують достатнього фосфорного і калійного живлення.

Особливості культур засвоювати елементи живлення з ґрунту зумовлені їх біологією: будовою кореневої системи, тривалістю вегетаційного періоду тощо. Вони характеризуються якісними і кількісними показниками, тобто інтенсивністю споживання рослиною елемента живлення за одиницю часу в динаміці впродовж вегетації та співвідношенням між кількістю засвоєних елементів живлення. Наприклад, капуста засвоює елементи живлення дуже інтенсивно, цибуля, морква, буряк столовий – повільно, а помідор займає проміжне положення.

Слід зазначити, що в ранньовесняний період елементи живлення овочевими рослинами засвоюються значно повільніше, ніж у літній. Навесні засвоєння їх із ґрунту обмежується температурою, влітку – вологістю ґрунту, а восени – освітленістю. Капуста до початку утворення головки інтенсивно засвоює азот, а в період її формування – фосфор і калій. Помідор інтенсивніше засвоює азот і калій у період плодоношення. Огірок порівняно, наприклад, з морквою виносить із ґрунту в 1,5 раза менше елементів живлення, але за вибагливістю до них він значно перевершує моркву, що пояснюється його скоростиглістю й вибагливістю до тепла. Найбільшу кількість елементів живлення він засвоює від фази цвітіння до утворення плодів. У перший період росту огірок використовує більше азоту і фосфору, ніж калію, а в другій половині він не потребує інтенсивного азотного живлення. Цибуля потребує підвищеного азотного живлення в першу половину вегетації, а з моменту утворення цибулини до її достигання вона вибагливіша до наявності фосфору і калію. Винос елементів живлення на 1 т товарної продукції овочевих культур (з урахуванням нетоварної) залежить від їх біологічних особливостей і ґрунтово-кліматичних умов.

Урахування кількості, динаміки та інтенсивності засвоєння елементів живлення овочевими культурами дає змогу вирішити питання про їх удобрення, а знання змін у співвідношенні між елементами під час вегетації рослин – точніше встановити дози добрив для їх підживлення у різні фази розвитку.

Різні овочеві культури потребують різних концентрацій солей у ґрунті. Під деякі культури норми добрив можна підвищувати, без завдавання їм шкоди. Досить чутливі до концентрації солей (< 0,4 %) огірок, цибуля, часник, морква, редиска, капуста червоноголова, горох овочевий, квасоля, кукурудза. Під них найліпше вносити гній, а мінеральні добрива в невисоких нормах поєднувати з органічними. До солестійких належать культури, що формують урожай за концентрації солей у ґрунті 0,4-0,6 % – помідор, перець, капуста білоголова, редька. Буряк столовий, баклажан, гарбуз, кавун – дуже солестійкі культури. Вони витримують вміст солей 0,6-0,8 % і добре реагують на мінеральні добрива, а органічні добрива можна вносити під попередник.

Реакція рослин на концентрацію ґрунтового розчину великою мірою залежить від властивостей ґрунту, насамперед від буферності й вологоємності, а також від вмісту органічних речовин, які зумовлюють їх вбирну здатність. Так, висока концентрація солей у торф'яному ґрунті не пригнічує овочевих культур, а такі самі їх норми на супіщаному ґрунті – призупиняють ріст рослин.

Для більшості овочевих культур допустима кислотність ґрунту – не нижче ніж pH 5,5, ступінь насиченості основами – не менш як 75–80 %. Вміст обмінного алюмінію має не перевищувати 30–40 мг, а для таких культур, як цибуля, часник, салат, шпинат – 10 мг/кг ґрунту.

На ***середньокислих ґрунтах*** (pH 5,0-5,5) можуть рости помідор, редиска, редька, щавель. Переносять ***слабкокислу реакцію*** (pH 5,5-6,0) морква, огірок, горох, гарбуз. Потребують ґрунтового середовища, ***близького до нейтрального*** (pH 6,0-6,5), капуста, баклажан, хрін, ***нейтрального*** – буряк столовий, перець, часник, салат, квасоля, шпинат, селера, спаржа.

2.Застосування добрив

У сівозмінах, де вирощують овочеві культури, вапнування проводять із таким розрахунком, щоб воно мало найбільшу дію на культури, які на нього сильно реагують, і меншу – на культури, які потерпають від надлишку кальцію (морква, петрушка, редька, помідор, кабачок, редис). Добрі результати дає підтримувальне вапнування зі щорічним внесенням 1 – 1,5 т/га вапна або 2–3 т/га через рік. На слабо- і середньосолонцевих ґрунтах вносять 4–5 т/га гіпсу.

Основну кількість органічних, фосфорних і калійних добрив вносять під осінній обробіток ґрунту, азотні – навесні. На піщаних і супіщаних ґрунтах калійні добрива також доцільно застосовувати навесні.

У господарстві під овочеву сівозміну органічні добрива в необхідній кількості виділяють у першу чергу. На органічні добрива дуже добре реагують культури, чутливі до концентрації ґрунтового розчину: морква, цибуля, огірок. Проте під столові коренеплоди не рекомендується вносити свіжий і слабоперепрілий гній, оскільки це може спричинити їх гілкування, що знижує товарність урожаю. Тому під них використовують або перегній (20-30 т/га), або їх висівають на 2–3-й рік після внесення гною. Під цибулю також застосовують лише перегній (30–40 т/га) або перепрілий гній. Свіжий гній можна внести під попередник. Під огірок, навпаки, придатніший свіжий гній, який крім елементів живлення забезпечує рослини вуглекислим газом, що виділяється в процесі його розкладання.

Загалом під овочеві культури з тривалим вегетаційним періодом ліпше вносити напівперепрілий гній, а під ранні – перепрілий або застосовувати його під попередник.

За ефективністю використання мінеральних добрив основні овочеві культури розмішують у такому порядку: буряк столовий, капуста, помідор, морква, огірок, цибуля.

Під час сівби дрібнонасінних і ранніх культур можна також вносити добрива у дозі N10P10K10. при чому або лише один фосфор у вигляді суперфосфату гранульованого, або відразу 2-3 елементи у вигляді комплексних добрив. Добриво в рядках має знаходитися за 2-3 см від насіння. Разом із висіванням насіння можна застосовувати лише суперфосфат гранульований, зменшивши його дозу вдвічі. На рядкове внесення добрив реагують редька, шпинат, салат, кріп, морква. буряк столовий. Під моркву і цибулю ріпчасту в рядки заробляють лише фосфор (у вигляді суперфосфатів), під огірок, буряк столовий, помідор, капусту білоголову – повне мінеральне добриво. При садінні розсади добрива можна вносити з поливною водою (концентрація розчину до 0,2 %).

Якщо в основне удобрення внесено не всі добрива, то проводять підживлення азотом, а за потреби – повним добривом під час міжрядного обробітку ґрунту. Підживлення здійснюють і в інших випадках: у районах достатнього зволоження на ґрунтах легкого гранулометричного складу; в умовах зрошення за тривалого періоду вегетації рослин; за високих норм мінеральних добрив, коли разове внесення може підвищити концентрацію ґрунтового розчину до критичної межі, і тим самим негативно вплинути на ріст рослин (морква, цибуля, огірок). Перше підживлення (за потреби) проводять через 10-15 діб після висаджування розсади, друге – через 2-3 тижні в період інтенсивного росту рослин. Добрива вносять культиваторами-рослинопідживлювачами: за першого підживлення – на відстань 6–8 см від рослин на глибину 5-8 см (щоб рослини не присипати ґрунтом), за другого – всередину міжрядь на 10-12 см. В умовах зрошення добрива заробляють у ґрунт до початку поливання. Добрі результати дає внесення добрив з поливною водою.

Отже, **система удобрення овочевих культур** має бути спрямована на підвищення їх продуктивності та родючості ґрунту, отримання продукції з високими смаковими і товарними показниками якості, допустимим вмістом нітратів, підвищеними термінами зберігання.

3. Удобрення капусти, помідора, огірка

Серед різних підвидів ***капусти*** найпоширеніша білоголова, сорти якої за тривалістю вегетаційного періоду поділяють на ранньо-, середньо- і пізньостиглі. Вона добре росте на родючих ґрунтах зі слабокислою і нейтральною реакцією (pH 6,5-7,3). На кислих ґрунтах капуста вражається килою, причому рання сильніше, ніж пізня. Тому такі ґрунти обов'язково вапнують. Меліоранти вносять під попередник або безпосередньо під капусту. Пізньостиглі сорти капусти вибагливіші до родючості ґрунту, ніж ранньо- та середньостиглі.

Порівняно з іншими овочевими культурами для формування врожаю капуста використовує значно більше елементів живлення. Особливо багато вона потребує азоту і калію. За нестачі азоту, починаючи з нижнього ярусу, листки набувають жовто-зеленого забарвлення з переходом у рожеве й пурпурове; за нестачі фосфору листки дрібнішають, стають темно-зеленими, а потім фіолетовими; за нестачі калію – краї нижніх листків спочатку світлішають, потім жовкнуть, буріють і відмирають. На торфових ґрунтах за нестачі калію листки рослин зморшкуваті, головки формуються дрібні й м'які, за нестачі магнію капуста вражається хлорозом, який починається з нижніх листків. Під час удобрення різних сортів капусти не слід допускати надлишку азоту, оскільки при цьому в головках підвищується вміст нітратів, унаслідок чого різко погіршується їх лежкість. За нестачі в живленні рослин азоту і калію не слід допускати також надлишку фосфору, бо головки капусти під час зберігання уражуються некрозом, сірою гниллю та іншими хворобами.

У період вегетації капуста споживає елементи живлення нерівномірно. Так, у перший місяць після садіння вона їх засвоює досить повільно, але вибагливість рослин до вмісту їх рухомих форм у ґрунті велика. За цей час капуста засвоює близько 10 % азоту, 7 – фосфору і 8 % калію загальної потреби. Найінтенсивніше вона їх засвоює за час формування головки, коли посилено накопичуються сухі речовини. За цей період, що триває 1,5–2 міс капуста поглинає близько 80 % азоту, 86 – фосфору і 84 % калію максимального їх вмісту в урожаї. Отже, висока вибагливість капусти до родючості ґрунту зумовлена її підвищеною потребою в елементах живлення та їх інтенсивним використанням за порівняно короткий період, тобто в період формування головки.

Незалежно від тривалості вегетації сорти капусти використовують приблизно однакову кількість елементів живлення на формування 1 т головок і відповідної кількості нетоварної частини врожаю, кг: N – 4,1, P_2O_5 – 1,4, K_2O – 4,9.

Хоча капуста може давати високі врожаї на фоні мінеральних добрив, вона позитивно реагує і на внесення органічних добрив. На ґрунтах із вмістом гумусу до 2,5 % вносять по 30–40 т/га гною або 40–50 т/га компосту. На родючіших ґрунтах із вмістом гумусу понад 3,5 % достатньо вносити лише мінеральні добрива. Активніше реагують на внесення гною середні й пізні сорти капусти. Це пояснюється поступовим розкладанням гною і підвищеною потребою капусти в елементах живлення у період формування головки. Ранні сорти капусти ліпше висаджувати після добре удобрених гноєм попередників або безпосередньо вносити під них лише перепрілий гній. Свіжий гній вносити недоцільно, оскільки затягується достигання головок. Високий ефект дає місцеве внесення перегною (8–10 т/га) – в ямки під час садіння розсади капусти, зокрема на малородючих ґрунтах. Підвищені норми гною і повне мінеральне добриво забезпечують отримання високого врожаю капусти, пришвидшують її достигання, що має велике значення для вирощування ранньої товарної продукції. У разі внесення лише одного гною капуста потерпає насамперед від нестачі азоту, тому потрібне додаткове внесення мінерального азоту. Лише при вирощуванні капусти на заплавах і низинних добре розкладених торф'яниках, багатих на мінеральні форми азоту, часто в цьому немає потреби. На чорноземних ґрунтах Лісостепу і Степу за нестачі гною пізню капусту можна висаджувати після угноєних попередників. Норми азотних добрив у цьому разі підвищують на 15–20, фосфорних і калійних – на 25-30 %.

Найвищі врожаї головок капусти зазвичай отримують за поєднаного внесення під неї гною і мінеральних добрив. У цьому разі вона рівномірно і найповніше забезпечується елементами живлення. При вирощуванні ранніх сортів капусти ПІД зяблевий обробіток Ґрунту на фоні органічних добрив вносять $P_{60-90}K_{60-9}0$, азотні добрива – під передпосівну культивацію у нормі до 120 кг/га д. р. Якщо під ранню капусту не було внесено достатньої кількості добрив, рослини двічі підживлюють мінеральними добривами у дозі $N_{15-20}P_{20}K_{20}$: перший раз – через 8-10 діб після висаджування розсади, другий – у період зав'язування головок. Для підживлення можна використовувати органічні добрива – гноївку (2–4 т/га) або пташиний послід (0,5-0,7 т/га), заздалегідь розбавивши їх водою у співвідношенні відповідно 1 : 4-5 та 1 : 10-15.

За вирощування середніх і пізніх сортів капусти оптимальні норми добрив можуть бути такими: на Поліссі (дерново-підзолисті ґрунти) – 40 т/га гною з $N_{120-180}P_{120}K_{120-180}$; в Лісостепу (чорноземні ґрунти) – 30-40 т/га гною з $N_{80-120}P_{60-120}K_{60-120}$; у Степу – $N_{120-180}P_{90-120}K_{90}$. Крім того, капуста добре реагує на сірковмісні добрива.

За місцевого внесення добрив по 15 кг/га д. р. під час садіння розсади комплексних добрив (нітроамофоска, нітрофоска та ін.) врожайність капусти зростає на 4-6 т/га.

У разі вирощування капусти безрозсадним способом крім основного удобрення в рядки під час сівби вносять водорозчинні фосфорні добрива у дозі 10–15 кг/га $P_2 0_5$. Підживлюють її, якщо планується високий урожай, здебільшого азотно- калійними добривами в дозі $N_{20-25}K_{20-25}$ перед зав'язуванням головок. Через три тижні після висаджування розсади проводять позакореневе підживлення капусти розчином макро- і мікроелементів: у 400 л/га води розчиняють 6 кг карбаміду, 3 – сульфату калію, 4 кг сульфату магнію, 50 г сульфату цинку, 50 г мідного купоросу і 50 г сульфату заліза.

З усіх підвидів капусти найвибагливіша до родючості ґрунту та удобрення капуста цвітна. Вона дуже схильна до ураження килою, тому її ліпше вирощувати на ґрунтах із нейтральною або слаболужною реакцією.

Найпридатнішим органічним добривом є перегній (40-50 т/га). Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту і під весняну культивацію в нормі $N_{160-180}P_{90-120}K_{160-180}$. Капуста цвітна має короткий вегетаційний період, тому її підживлення менш ефективні. На ґрунтах із підвищеним вмістом мінеральних форм азоту, зокрема на торф'яниках і лучно-болотних ґрунтах Полісся, вона потерпає від нестачі молібдену й утворює велику кількість листків. Це затягує вегетацію, внаслідок чого отримують продукцію низької якості. Тому при вирощуванні розсади капусти цвітної рослини у фазу 3–4 листків обприскують 0,02%-м розчином молібдату амонію.

Порівняно з іншими овочевими культурами ***помідор*** менш вибагливий до умов вирощування, але потребує родючих ґрунтів. При внесенні органічних і мінеральних добрив і підтриманні ґрунту в пухкому стані помідор може рости на будь-яких (крім кислих) ґрунтах. Найліпше він росте на ґрунтах легкого гранулометричного складу з високим вмістом органічних речовин та слабо- кислою або майже нейтральною реакцією (pH 5,5-7,1), добре реагує на вапнування, якщо показник pH < 5,5. Вапнування найефективніше проводити доломітовим борошном, дотримуючись норм, оскільки помідор погано переносить надмірну кількість у ґрунті кальцію.

Інтенсивність засвоєння елементів живлення помідором залежить від темпу наростання маси сухої речовини. У розсадний період він засвоює близько 2 % елементів живлення, а в період цвітіння їх надходження не перевищує 10–15 % загального засвоєння. Максимальне їх споживання припадає на період цвітіння–початок достигання плодів, коли використовується близько 84–87 % елементів живлення.

У період наливання і масового достигання плодів засвоєння елементів живлення уповільнюється. Вони наливаються внаслідок переходу з вегетативних органів у плоди 60–65 % азоту, 70–75 – фосфору і 85 % калію загальної кількості елементів, засвоєних рослинами. Порівняно з іншими овочевими культурами помідор засвоює небагато елементів живлення. В розрахунку на 1 т плодів ранні сорти засвоюють 2,0-3,5 кг N, 0,7-0,9 – P_2O_5, 4–5 кг K_2O, середньо- і пізньостиглі – відповідно 3,5–4,5; 0,8–1,3; 5–6 кг. Із загальної кількості елементів живлення, що засвоюють помідори, у плодах міститься понад 80 %.

Темпи надходження елементів живлення залежать від віку рослин. У розсадний період і на початку цвітіння вони насамперед потребують достатнього живлення фосфором і калієм, у період інтенсивного росту – азотом, а в період плодоношення – калієм на фоні високого забезпечення рослини азотом і фосфором. Оптимальним вважається мінеральне живлення, коли в сухій речовині листків помідора міститься: 3,0 – 5,0 % N, 0,4-0,7 – P_2O_5, 2,7-3,0 – K_2O, 0,4-0,9 – Mg, 2,5-7,0 – Ca, 1,0-3,0 % S, 30-90 мг/кг B, 10-15 – Cu, 100-250 – Fe, 60-200 – Mn, 0,9-1,0 – Mo, 30–80 мг/кг Zn. Дефіцит настає, коли під час вегетаційної стадії N < 2 %, P_2O_5 < 0,2, K_20 < 1,5 %, а на стадії плодоношення – K_2O < 1, Mg < 0,3 % у сухій речовині листків.

Азот за достатньої забезпеченості рослин фосфором і калієм підвищує врожайність помідора. Найбільша потреба в ньому в період інтенсивного росту плодів. Однак надмірне азотне живлення зумовлює інтенсивне наростання вегетативної маси та пасинків на шкоду плодоношенню, а також значне накопичення в плодах нітратів.

Важливу роль у живленні помідора відіграє фосфор. Хоч його засвоюється значно менше, ніж азоту і калію, помідор активно реагує на нестачу фосфору в ґрунті. Фосфор інтенсифікує розвиток репродуктивних органів, пришвидшує достигання, підвищує врожай рослин, сприяє дружному достиганню плодів, поліпшенню їх якості. Фосфор позитивно впливає на ріст і розвиток помідора на початку вегетації – від початку появи сходів до утворення 6-го листка. Саме у цей період рослини потрібно забезпечити достатньою кількістю фосфору в легкозасвоюваних формах. За нестачі фосфору рослини слабко засвоюють азот, унаслідок чого призупиняється їх ріст, затримуються формування і достигання плодів, листки набувають синьо-зеленого, потім сіруватого, а стебла – лілово-коричневого забарвлення. Листки з нижнього боку стають малиновими, скручуються всередину. Рослини повільно ростуть.

За достатнього живлення рослин помідора калієм пришвидшується утворення й пересування вуглеводів, підвищується інтенсивність фотосинтезу, в плодах збільшується вміст сухої речовини. Критичним у споживанні калію рослинами помідора є період від початку зав'язування до початку достигання плодів. За його нестачі по краях листків з'являються жовто-коричневі цятки, вони починають скручуватися, потім відмирають і розсипаються. Проте калійні добрива, внесені без азоту і фосфору або лише з фосфором, зазвичай малоефективні.

Помідор виносить багато кальцію – 2,7-3,5 кг CaO/т урожаю плодів, тому рослини потребують оптимального живлення ним упродовж усієї вегетації. Нестача кальцію в живленні помідора виявляється у вигляді почорніння плодів (верхівкова гниль), особливо при вирощуванні в теплицях з високою вологістю повітря. Найчастіше вона з'являється на молодих листках, які стають хлоротичними (утворюються світло-жовті плями); старі, навпаки, набувають темно-зеленого забарвлення, їх розміри збільшуються.

Помідор виносить 0,7-1,0 кг MgO/т урожаю плодів. Його нестача виявляється у вигляді жовтого міжжилкового хлорозу старих листків, що іноді супроводжується некрозами. Норму внесення магнієвих добрив визначають за вмістом його рухомих сполук у ґрунті.

За дефіциту в живленні помідора сірки рослини набувають світло-зеленого забарвлення, пізніше – жовтого, частково з коричневим відтінком. На відміну від нестачі азоту (який спочатку виявляється на старих листках), нестачу сірки виявляється спочатку фіксують на молодих. Стебла формуються тонкими, крихкими, здерев'янілими і жорсткими.

Помідор добре реагує на безпосереднє внесення органічних і мінеральних добрив, а також на внесення їх під попередники. Зі збільшенням норм гною зростають і врожаї культури. На бідних та еродованих ґрунтах Полісся і Лісостепу під помідор потрібно вносити 30–40 т/га напівперепрілого гною або компосту. Мінеральні добрива за ефективністю не поступаються органічним, а іноді й перевершують їх.

Вважають, що оптимальною нормою добрив у зоні Полісся є $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні 30–40 т/га гною, у Правобережному Лісостепу – $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$ на фоні 30–40 т/га гною, внесеного під попередник, у Лівобережному Лісостепу і Степу – $N_{45}P_{45}K_{45}$, на фоні його післядії норму мінеральних добрив недоцільно перевищувати $N_{90}P_{90}K_{90}$. В умовах зрошення вносять 20–40 т/га гною та $N_{60}P_{60}K_{45}$, а коли гною не застосовують – $N_{120-140}P_{120}K_{60}$.

Високоефективним є заробляння добрив ($N_{10}P_{20}K_{10}$ або P_{20}), У ямки під час садіння розсади. Це пояснюється безпосереднім їх потраплянням у зону основної маси кореневої системи і швидким засвоєнням рослинами.

Якщо в основне удобрення під помідор було внесено недостатню кількість добрив або рослини слаборозвинені, позитивний ефект дає підживлення, зокрема в умовах зрошення чи в районах достатнього зволоження. Перше підживлення проводять через 10–14 діб після садіння розсади ($N_{20}P_{20}K_{20}$), друге ($N_{20}P_{20}K_{20}$) – під час цвітіння. Для підживлення помідора також ефективно використовувати органічні добрива: пташиний послід (0,7-1,0 т/га) чи гноївку (2–4 т/га), розбавлені водою у співвідношенні відповідно 1 : 10-15 та 1 : 4-5. Під помідор, який вирощують без зрошення, всю норму добрив доцільно вносити одноразово.

За безрозсадного способу вирощування помідора під час сівби потрібно вносити 10-15 кг/га д. р. водорозчинних фосфорних добрив.

Разом із макроелементами для вирощування високих урожаїв помідора треба забезпечити достатнє живлення рослин мікроелементами. Особливо це стосується ґрунту з низьким умістом їх рухомих сполук.

Здорові листки помідора містять 30–80 мг/кг бору в сухій речовині. Тому для отримання високого врожаю необхідно постійно вносити борні добрива. Бор легко вимивається з ґрунтів легкого гранулометричного складу, особливо за інтенсивного зрошення. Надмірне живлення бором може призвести до токсичності. Нестача бору виявляється у пожовкненні кінчиків нижніх листків, що є одним із перших симптомів. Коричневе забарвлення кінчиків листків зазвичай спричинює розрив центральної жилки листка.

За нестачі у живленні рослин помідора заліза молоді листки набувають жовто-зеленого забарвлення, потім лимонно-жовтого, а за посилення дефіциту – жовто-білого. Симптоми нестачі починають виявлятися з основи листків. Ріст рослин гальмується, самі молоді листки стають хлоротичними. За гострого дефіциту листки біліють і лише жилки листка по краях залишаються зеленими. Зі старих листків у молоді залізо не переміщується.

За нестачі цинку в живленні помідора характерна хлоротична цятковість, яка швидко розвивається в некротичні плями різного розміру. Симптоми спочатку видно на старих листках, згодом вони поширюються на всю рослину. Листкові пластинки зазвичай формуються дрібними й вузькими. За високої врожайності (понад 100 т/га) доцільно постійно вносити цинкові добрива. Здорові листки містять 35–100 мг/кг цинку в сухій речовині.

Дефіцит мангану зазвичай виявляється на наймолодших листках помідора, де хлороз між жилками листка контрастує з неоднорідно забарвленими темно-зеленими жилками листка. За подальшого розвитку дефіциту місця між жилками стають жовтішими, ніж при дефіциті заліза, при якому пожовтыння починається з основи листків. Здорові листки містять 100–300 мг/кг мангану в сухій речовині.

За дефіциту молібдену перша і друга пари листків помідора жовкнуть, закручуються краями вгору: хлороз поширюється між жилками на всю пластинку листка.

Борні добрива найефективніші на дерново-глейових, провапнованих і з нейтральною реакцією ґрунтах; цинкові – на дерново-підзолистих; манганові – на чорноземах. До сівби вносять 1-3 кг/га бору, 5-8 – цинку, 1-2 кг/га мангану, а позакореневе підживлення проводять 0,02–0,1 %-м розчином солей цих мікроелементів.

Порівняно з іншими овочевими культурами ***огірок*** характеризується невисоким виносом елементів живлення з ґрунту. На створення 1 т товарної продукції він використовує 3–4 кг N, 1–2 – P_2O_5, 4–5 кг K_2O. Проте високі темпи засвоєння елементів живлення під час плодоношення (85 % загального виносу) і скоростиглість спричинюють високу його вибагливість до поживного режиму й набору елементів живлення.

Коренева система огірка слаборозвинена, її основна маса поширюється на глибину 20-25 см, тому рослина вибаглива до родючості, структури ґрунту й підвищеного вмісту вуглекислого газу в приґрунтовому повітрі. Ліпшими для огірка вважають родючі легкі та середні за гранулометричним складом ґрунти з високим вмістом рухомих сполук елементів живлення, які добре прогріваються навесні, мають добрий повітряний режим. Дерново-підзолисті і важкі за гранулометричним складом ґрунти малопридатні для вирощування огірка, їх можна використовувати за умови внесення високих норм органічних добрив (40–50 т/га).

Потрібно також враховувати, що рослини огірка вкрай чутливі до підвищеної концентрації ґрунтового розчину. Крім того, вони чутливі до кислої реакції ґрунту, оптимальний інтервал pH для них 6,4-7,0. Огірок добре реагує на внесення вапна під попередник – капусту або багаторічні трави.

Для формування високого врожаю дуже важливо забезпечити посилене мінеральне живлення огірка впродовж вегетаційного періоду. До настання масового плодоношення має закінчитися накопичення рослинами потрібної кількості мінеральних речовин. Тому нестача елементів живлення в початковий період негативно позначається на продуктивності рослин. Елементи живлення, накопичені у вегетативних органах, потім використовуються на формування плодів. Від швидкості формування огудини залежить величина врожаю плодів.

Особливістю живлення огірка є сильна реакція на внесення органічних добрив. У зв'язку з цим найліпшим місцем для вирощування огірка у сівозміні є поле, на яке внесли свіжий гній. Це не лише багате на поживні речовини добриво, а й субстрат, що виділяє тепло й вуглекислий газ у процесі розкладання, внаслідок чого поліпшується мікроклімат у зоні кореневої системи рослин.

Оскільки стебло огірка сланке, його листки, порівняно з листками інших культур, краще засвоюють вуглекислий газ, оптимальна концентрація якого в приґрунтовому повітрі для огірка становить 0,3-0,6 %. Лише внаслідок виділення з гною вуглекислого газу врожай огірка може зростати майже на 40 % (3. І. Журбиць- кий, 1963). Слід також враховувати, що огірок, зокрема молоді рослини, за низької вологості ґрунту досить чутливий до підвищеної концентрації ґрунтового розчину, тоді як після внесення гною вона в ґрунті не створюється. Оптимальна норма гною під огірок на родючих ґрунтах становить 30–40, на бідних – 50–60 т/га. Проте максимальні врожаї огірка вирощують лише за поєднаного внесення органічних і мінеральних добрив. Навіть невисокі норми мінеральних добрив, внесені на фоні гною, значно підвищують урожай цієї культури.

Оптимальною нормою мінеральних добрив під огірок є $N_{60}P_{60}K_{90}$. В умовах зрошення на фоні 40 т/га гною вносять $N_{120}P_{120}K_{60}$. Найліпше для огірків використовувати висококонцентровані форми добрив, що не містять хлору.

Ефективним прийомом є внесення добрив у рядки під час сівби ($N_{10}P_{10}K_{10}$ або P_{10}). У разі недостатнього основного удобрення та коли рослини відстають у розвитку в умовах достатнього зволоження або зрошення їх можна підживлювати. Перше підживлення проводять під час утворення 3-4 листків ($N_{15\text{-}20}P_{15\text{-}20}K_{15\text{-}2}0$), друге завершують до початку розстилання огудини ($N_{20\text{-}30}P_{20\text{-}30}K_{20\text{-}30}$). Ефективно підживлювати огірок пташиним послідом або гноївкою, розбавленою водою, а також мікроелементами.

У разі утворення нестандартних плодів потрібні борні добрива для позакореневого підживлення (200–250 г/га). Такий самий результат дає передпосівне оброблення насіння огірка 0,1 %-м розчином борної кислоти (за вмістом бору).

4.Удобрення столових коренеплодів та цибулі

Морква столова найліпше росте і дає високі врожаї стандартних коренеплодів на супіщаних і суглинкових добре аерованих ґрунтах з високим вмістом органічних речовин, а також на заплавних окультурених ґрунтах і торф'яниках. Цю культуру ліпше висівати в сівозміні на другий або третій рік після внесення гною. Безпосередньо під культуру не слід вносити слабоперепрілий гній, оскільки це може призвести до галуження, розтріскування коренеплодів, погіршення їх форми, зниження лежкості й товарної цінності.

Морква порівняно з буряком столовим менш чутлива до кислотності ґрунту, але добре реагує на вапнування за зниження pH до < 5,5. Оптимальне значення pH для вирощування моркви становить 6–6,5. Водночас вона дуже чутлива до високої концентрації ґрунтового розчину.

Для формування врожаю морква використовує велику кількість елементів живлення. На 1 т коренеплодів і відповідну масу гички з ґрунту виноситься З– 4 кг N, 1–1,5 – P_2O_5 і 4–6 кг K_2O. Морква швидко засвоює елементи живлення з ґрунту. На початку росту й розвитку вона потребує посиленого фосфорного живлення, під час наростання зеленої маси – у великій кількості засвоює азот, а в період росту коренеплодів – калій. Максимальну кількість елементів живлення морква використовує в період інтенсивного росту коренеплодів. Вона має відносно слаборозвинену вегетативну масу, тому потребує небагато азоту, надлишок якого у живленні знижує цукристість і лежкість коренеплодів. Тому моркву вирощують за помірного азотно-фосфорного і посиленого калійного живлення. Потреба моркви в калії велика, особливо на торфових і заплавних ґрунтах. Фосфору рослини моркви споживають порівняно мало, але потреба у ньому досить значна на всіх типах ґрунтів. Фосфорі добрива сприяють підвищенню товарної якості продукції. Тому ефективним є внесення їх у рядки під час сівби або висаджування розсади.

В основне удобрення після угноєних попередників мінеральні добрива вносять у нормі під час зрошення – $N_{90}P_{120}K_{120}$. Зазвичай фосфорні та калійні добрива вносять під оранку, азотні – під передпосівний обробіток ґрунту.

Якщо морква розвивається слабо або в основне удобрення внесено недостатню кількість добрив, то після формування густоти рослин проводять рядкове підживлення, вносячи **$N_{15-20}P_{30}K_{20}$.**

Для вирощування ***буряку столового*** найпридатніші родючі легко- і середньо- суглинкові ґрунти з pH 6,5-7,3. Тому вже за pH < 5,8 буряк сильно реагує на внесення вапна.

У разі перевищення норм вапна можлива хімічна іммобілізація мікроелементів, зокрема бору, що може не лише знизити врожай, а й призвести до захворювання буряку на серцевинну або сіру гниль та ін.

Буряк столовий також погано росте на ділянках із близьким заляганням ґрунтових вод. Так, за їх залягання ближче, ніж 60 см від поверхні коренеплоди не утворюються. Надмірна кількість вологи пригнічує ріст рослин, спричинює загнивання коренеплодів.

На створення 1 т коренеплодів і відповідної маси гички буряк столовий використовує 4–6 кг N, 1,5–2 – P_2O_5, 6–7 кг K_2O, отже, ця культура калієфільна.

Особливо багато калію вона потребує на заплавних і торфових ґрунтах, бідних на цей елемент. На ґрунтах із великим вмістом натрію ефективність калійних добрив знижується, оскільки буряк засвоює натрій. Тому ця культура добре реагує на внесення добрив, що містять натрій. На чорноземних ґрунтах буряк столовий насамперед реагує на фосфорні добрива, на заплавних і провапнованих – уражується гниллю сердечка (дуплистість) унаслідок нестачі бору.

Буряк столовий добре реагує на внесення органічних добрив, але під нього не слід вносити слабоперепрілий гній, оскільки це може призвести до галуження коренеплодів і погіршення їх форми. Його ліпше висівати після угноєних попередників.

Маючи добре розвинений листковий апарат і глибоко розгалужену кореневу систему, буряк столовий витримує вищу, ніж морква, концентрацію ґрунтового розчину й може використовувати підвищені норми мінеральних добрив. Однак перевищувати оптимальні норми, особливо азотних добрив, недоцільно, оскільки у коренеплодах підвищується вміст нітратів, погіршується їх лежкість.

Під буряк столовий мінеральні добрива вносять у нормі $N_{60-80}P_{60-90}K_{60-90}$.

Крім основних елементів живлення буряку часто не вистачає в ґрунті доступних сполук кальцію і магнію, мікроелементів, зокрема бору і мангану. Якщо вміст рухомих сполук магнію в ґрунті менший за 50 мг/кг, потрібно внести до 70 кг/га MgO.

За нестачі кальцію рослини буряку й особливо їх коренева система різко слабшає, листки стають строкатими, їх ділянки між жилками біліють. Нестачу кальцію усувають внесенням кальцієвої селітри, або проводять 2–3 позакореневі підживлення хелатом кальцію.

За нестачі бору молоді листки і верхня частина коренеплоду відмирає, виникає гниль серцевини. Тому на ґрунтах із вмістом рухомого бору менш як 0,2-0,3 мг/кг його потрібно внести в ґрунт з розрахунку 1–2 кг/га або провести 2–3 позакореневі підживлення.

Цибуля – одна з найвибагливіших до умов мінерального живлення овочева культура. Створити для неї оптимальний поживний режим ґрунту дуже складно. Це пояснюється тим, що цибуля має слаборозвинену кореневу систему, яка розміщується в малому об'ємі верхнього шару ґрунту й засвоює незначну кількість елементів живлення. За виносом елементів живлення з урожаєм цибуля поступається багатьом овочевим культурам. Так, на утворення 1 т товарної продукції вона засвоює з ґрунту 3–4 кг N, 1,2-1,7 – P_2O_5 і 3–4,5 кг K_2O.

Отже, з елементів живлення цибуля найбільше використовує калію та азоту, але за надлишку азоту, особливо в другій половині вегетації, достигання цибулин затримується, вони погано зберігаються взимку. Тому найбільше азоту цибуля засвоює у першій, а калію – у другій половині вегетації. Слід також зазначити, що гострі сорти цибулі засвоюють більше азоту, солодкі, навпаки, більше потребують калію. Фосфорне живлення впродовж вегетації має бути рівномірним. Для утворення ароматичних речовин цибулі необхідна сірка, тому під неї найліпше застосовувати сірковмісні добрива – сульфат амонію, сульфат калію та ін.

Цибуля краще росте на окультурених супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах. Вона досить чутлива до концентрації ґрунтового розчину та кислотності ґрунту. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для неї становить pH 6,7-7,3.

Високі врожаї цибулі можна вирощувати при застосуванні органічних і мінеральних добрив та за достатньої забезпеченості рослин водою.

Цибуля, порівняно з іншими овочевими культурами ліпше використовує елементи живлення з гною, ніж із мінеральних добрив. Гній рекомендується вносити лише перепрілий або перегній (30 т/га) під зяблеву оранку. Свіжий гній ліпше вносити під попередник. Високі норми гною, внесені під цибулю, спричинюють сильний ріст пера та гальмують достигання цибулин. Норми мінеральних добрив під цибулю становлять $N_{90-120}P_{60-90}K_{90-120}$, а в умовах зрошення – більш ЯК $N_{150}P_{150}K_{120}$.

У зв'язку з високою чутливістю цибулі до концентрації солей у ґрунті високі норми добрив, які вносять в умовах зрошення, важливо розподіляти з урахуванням біологічних потреб культури. Фосфорні й калійні добрива вносять під зяблевий обробіток ґрунту, за винятком частини фосфору (10-15 кг/га) для рядкового внесення. Найліпший період першого підживлення азотом – фаза 2–3 листків, другого – початок формування цибулин.

Якщо в основне удобрення було внесено недостатню кількість добрив, то під час першого підживлення застосовують $N_{20}P_{15-20}K_{15-20}$, другого – $P_{25}K_{25}$.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

ЛЕКЦІЯ №19

ТЕМА: “УДОБРЕННЯ ПЛОДОВИХ І ЯГІДНИХ КУЛЬТУР”

ЛІТЕРАТУРА

1. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії: Навч. посібник/Карасюк І.М., Геркіял О.М., Недвига М.В. та ін.., за ред.. І.М.Карасюка –К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008 – 192с.
2. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення/ За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.-488с.
3. Агрохімія/ За ред.. І.М.Карасюка. –К.: Вища школа, 1995.-471с.

ПЛАН

1. Особливості живлення плодових і ягідних культур.
2. Значення основних макро- і мікроелементів для живлення плодових і ягідних культур.
3. Удобрення молодого і плодоносного саду.
4. Удобрення ягідних культур.
5. Удобрення виноградників.

1. Особливості живлення плодових і ягідних культур

Плодові та ягідні культури – багаторічні рослини. Вони впродовж усього свого життя ростуть і плодоносять на одному місці. На відміну від польових і овочевих культур, які зазвичай вирощують у сівозміні, ці культури виносять з ґрунту одні й ті самі елементи живлення, потребують певної реакції ґрунтового розчину та допустимої концентрації солей. Тому в плодоносних садах і ягідниках основними заходами з підвищення родючості ґрунтів є система застосування добрив та утримання ґрунту, а в умовах недостатнього та нестійкого зволоження – проведення зрошення.

Розвиток садівництва значно залежить від садопридатності ґрунтів. Для плодових культур закон адекватності генотипу рослин умовам їхнього росту має виняткове значення. Оскільки плодові дерева багаторічні, помилки у виборі умов закладання саду можуть виявитися навіть через 10-15 років.

Обираючи місце під сад, необхідно врахувати як рівень родючості ґрунту взагалі, так і його забезпеченість рухомим сполуками мікроелементів. Задоволення потреб рослин у мікроелементах залежить від багатьох чинників, зокрема від карбонатності ґрунтів і ґрунтоутворювальних порід. Високий уміст карбонатів у ґрунтах виявляється у вигляді вапнякового хлорозу. Це сукупне явище обумовлене нестачею в живленні рослин заліза, міді, цинку, кобальту, мангану і бору. Однак найбільше на це впливає нестача заліза.

Система удобрення плодових садів і ягідних кущів передбачає:

- удобрення плодових і ягідних розсадників;
- окультурення ґрунту перед закладанням саду;
- внесення добрив під час садіння плодових дерев і ягідних кущів;
- удобрення молодого і плодоносного саду.

Для суниці розрізняють удобрення маточних і ягідних плантацій.

Сприятливими для росту та плодоношення плодових і ягідних культур є ґрунти з достатньою товщиною кореневмісного шару з оптимальним для функціонування кореневих систем властивостями (гранулометричний склад, щільність, водо- і повітропроникність, реакція ґрунтового середовища, ступінь засоленості, забезпеченість рухомими сполуками елементів живлення).

Залежно від ґрунтово-кліматичних умов оптимальний кореневмісний шар ґрунту для плодових і ягідних культур змінюється від 20–50 до 150–200 см. Товщина його обмежується важкопроникними або зовсім не проникними для коренів глеєвим ґрунтом, щільними утвореннями (граніти, вапняки, мергелі, галька тощо), ґрунтовими водами, зокрема сильно мінералізованими та засоленими. Якщо ґрунтові води залягають на глибині до 150 см, ріст плодових дерев пригнічується, вони нерідко гинуть ще в молодому віці. За глибини їх залягання 150–200 см дерева ростуть задовільно, але при цьому слід постійно контролювати рівень підняття ґрунтових вод і в разі потреби проводити осушення. Реакція на глибину знаходження ґрунтових вод істотно залежить від підщепи.

У Степу обмежувальним чинником для росту й розвитку плодових культур може бути сольовий (гіпсоносний) горизонт. Критична глибина його залягання для яблуні й груші становить 100–130 см. черешні й сливи – 135, абрикоса, вишні й персика – 110 см. Плодові дерева також погано ростуть на ґрунтах, у яких на глибині 130–180 см знаходиться оглеєна глина. Вони гірше ростуть на ґрунтах важкого гранулометричного складу. За чутливістю до щільності ґрунту плодові рослини розміщуються у такому порядку: черешня, абрикос, груша, яблуня, слива.

Найсприятливішими для росту і розвитку плодових культур є слабокислі (pH 5,5-6,5) і нейтральні (pH 6,5-7,5) сірі й темно-сірі лісові ґрунти, чорноземи опідзолені, вилужені, типові та звичайні, а також жовтоземи і червоноземи. Важливо, щоб оптимальна реакція ґрунтового розчину була не лише у верхньому шарі ґрунту, а й глибше по його профілю, оскільки корені дерев можуть сягати сильно лужного горизонту.

Хоча плодові та ягідні культури не слід вважати чутливими до кислотності ґрунту, вона на них впливає негативно. За цією ознакою плодові дерева поділяють на дві групи: слива, вишня, черешня, абрикос, для яких необхідна нейтральна реакція (pH 6,5–7); яблуня і груша добре розвиваються на слабкокислих ґрунтах (pH 5,5-6,5).

Ягідні культури поділяють на три групи: рослини, які не переносять кислих ґрунтів і активно реагують на вапнування (смородина чорна, pH 6–6,5); рослини, які добре ростуть на слабкокислих і нейтральних ґрунтах (суниця, pH 5,5–6); рослини, які потерпають від надмірної кількості кальцію і потребують вапнування лише сильнокислих ґрунтів (малина, pH 5,5–6; аґрус, pH 5–6). Несприятливий вплив лужної реакції пояснюється тим, що такі ґрунти майже завжди засолені, що погіршує їх фізичні властивості та кореневе живлення рослин. На плодові рослини найтоксичніше впливають карбонати натрію і магнію, менше – хлориди і ще менше – сульфати цих елементів. Негативний вплив солонцюватості ґрунтів посилюється, якщо вона поєднується з їх карбонатиістю. За підвищеного вмісту в ґрунті карбонату кальцію деякі елементи живлення (фосфор, залізо, цинк, манган) утворюють важкорозчинні сполуки, а висока концентрація кальцію в поживному розчині внаслідок антагонізму його іонів заважає засвоєнню рослинами інших елементів, зокрема калію, двовалентного заліза, цинку, бору. Тому за вмісту в кореневмісному шарі 5–10 % $CaCO_3$ плодові рослини хворіють на хлороз унаслідок нестачі в живленні заліза. Стійкіші до цього фізіологічного захворювання кісточкові породи – абрикос, вишня, слива, черешня. Негативно реагують на карбонатність ґрунтів усі ягідні культури, прищеплена на айві груша.

Пороговим вмістом карбонату кальцію в ґрунті для насіннячкових і ягідних культур вважають 5–6, для кісточкових – 8–9 %. Проте на глибоко профільних чорноземних ґрунтах, де гумусовий горизонт сягає 60–80 см і глибше, насіннячкові породи можуть задовільно рости і плодоносити за вмісту карбонату кальцію до 20–30, а кісточкові – до 30–40 %.

Упродовж багаторічного життя плодове дерево проходить низку послідовних вікових змін, які значно різняться за реакцією на чинники зовнішнього природного середовища, зокрема на умови живлення. За біологічними і господарськими показниками виділяють три найхарактерніші періоди: від садіння до початку плодоношення; повне плодоношення; масове відмирання основних гілок, якого на практиці не чекають.

Тривалість першого періоду – від садіння до початку плодоношення – залежить від погодних умов, сортових особливостей, підщепи та якості саджанця.

Наприклад, у вишні це 2–3 роки, насіннячкових культур, щеплених на сильнорослих підщепах – 5–8 років. Плодові дерева на слаборослих підщепах і скороплідні сорти вступають у період плодоношення раніше. Так, яблуня, щеплена на середньорослій вегетативній підщепі, починає плодоносити вже на 3–4-й рік, на слаборослій – на 2–3-й рік. Період до плодоношення характеризується посиленим ростом вегетативної частини дерева, інтенсивним розвитком скелетної частини кореневої системи та наростанням листкового апарату.

Ріст відбувається настільки інтенсивно, що майже всі продукти мінерального живлення повністю використовуються і не відкладаються про запас, причому ріст триває до пізньої осені, вегетація рослин часто затягується і виникає загроза їх підмерзання. У цей час коренева система рослин ще недостатньо розвинена, щоб інтенсивно використовувати елементи живлення з ґрунту. Тому рослини чутливі як до їх нестачі, так і до надлишку. Система удобрення молодого саду має ґрунтуватися на помірному забезпеченні рослин елементами живлення в легкодоступній формі. Високий рівень азотного живлення посилює ріст вегетативної маси і затримує вступ рослин у плодоношення. Отже, у цей період важливо збалансовано удобрювати дерева, щоб урівноважити їх вегетативний і генеративний розвиток.

Період повного плодоношення характеризується повільним ростом пагонів, посиленим утворенням плодоносних гілок і бруньок. Ріст основних гілок ослаблений, розміри крон збільшуються мало. Це період максимальної продуктивності, тому важливим є створення оптимальних умов для живлення дерев, що досягається систематичним внесенням добрив. У динаміці росту плодових дерев зростає роль кальцієвого живлення, оскільки зі збільшенням урожайності підвищується і винос кальцію, а темпи поповнення його рухомих сполук з ґрунтових запасів значно відстають.

Отже, для пришвидшення плодоношення молодих дерев важливо сприяти їх посиленому росту в перші роки, щоб сформувати крону за якомога коротші строки, тобто завдання отримання високих щорічних урожаїв має вирішуватися ще під час вирощування саджанців, щоб забезпечити закладання саду рослинами зі сформованою в розсаднику кроною. Це важливо для насіннячкових культур. Для скороплідних кісточкових і ягідних порід у перший віковий період потрібно максимально сприяти росту пагонів для збільшення у них площі плодоношення та пришвидшення строків отримання високих урожаїв. Особливістю вирощування кісточкових порід є слабке удобрення молодих дерев азотом, бо вони й так інтенсивно ростуть, особливо черешня.

Якщо перший віковий період потрібно по можливості максимально скоротити, то другий – період плодоношення – важливо максимально подовжити.

Характерною особливістю всіх плодових і ягідних культур є закладання генеративних бруньок у рік, що передує плодоношенню. Тому в період плодоношення виділяють дві фази: у першій відбувається закладання плодових бруньок, у другій – цвітіння і формування плодів. Для щорічного плодоношення потрібно, щоб поряд з формуванням урожаю плодів і ягід у поточному році закладалися генеративні бруньки для врожаю наступного року. Це досягається комплексом агротехнологічних заходів, серед яких важливе місце посідає система удобрення, яка має враховувати динаміку потреб рослин в елементах живлення впродовж вегетації.

За вегетаційний період плодові культури засвоюють різні кількості елементів живлення. Максимальні їх кількості засвоюються двічі: навесні (до і після розбруньковування, цвітіння та утворення листкового апарату) і восени (накопичення запасних поживних речовин, друга хвиля росту коренів – кінець вересня – початок жовтня).

Під час встановлення норм і строків застосування добрив потрібно враховувати баланс елементів живлення. В період росту і плодоношення кількість вилучених елементів живлення (NPK) становить: обпалі плоди – до 40 %, закріплення у вегетативному прирості рослин – 30–35, відчуження з насаджень з обрізаними гілками і знятим урожаєм плодів – до 25 %. Причому до 50 % азоту накопичується в опалі і до 30 % – в решті біомаси рослин. Накопичується в рослинах також 40–45 % фосфору, а вилучається – близько 25 %. Більша частина калію накопичується в опалі – до 40–42 %, відчужується – до 30–33, у прирості його накопичується до 25 %.

У період плодоношення баланс елементів живлення в рослинах змінюється. Так, зростає до 40 % і більше вилучення елементів живлення з урожаєм плодів та обрізаними пагонами, на опал припадає до 30–35 %, накопичення у прирості дерев не перевищує 22–25 %. У накопиченні до 30 % становить фосфор. Найбільше відчужується калію (близько 60 %), значна частина в опалі азоту (50 % загального накопичення в рослині). Структура балансу елементів живлення істотно залежить від підщепи.

Розподіл елементів живлення в рослинах такий: на утворення листків використовується 47 % азоту, коренів, кори, деревини – 33, плодів – 25 %. Найбільша кількість фосфору міститься в камбії, корі, квітках, насінні; калію – в листках і квітках. Наприклад яблуня, для формування врожаю потребує у 2–3 рази більше калію порівняно з фосфором і в 1,4-1,6 раза – порівняно з азотом. Тому під час складання системи удобрення плодових дерев кожному з елементів живлення потрібно приділяти належну увагу.

У плодових і ягідних культур можливий процес реутилізації, тобто повторне використання елементів живлення, які знаходяться у вегетативних органах. Так, азот, фосфор, калій зі старіючих органів і тканин переходять у молодші, а з листків перед їх обпаданням восени – в гілки, стовбур і кореневу систему. Потім ці елементи повторно використовуються рослинами в наступний рік. Після розкладання опалих листків поживні речовини знову стають доступними для рослин. Тому оцінювати винос елементів живлення плодовими та ягідними культурами, а отже, визначати потребу в добривах можна лише умовно. Для формування об'єктивнішого уявлення про характер живлення плодових і ягідних рослин, їх потребу в удобренні потрібно знати особливості поглинання елементів живлення за фенофазами впродовж вегетаційного періоду.

Щоб запобігти періодичності плодоношення, важливо в неврожайний рік створювати умови для зменшення масового закладання плодових бруньок і стимулювати цей процес у рік високого врожаю плодів: своєчасне їх збирання; помірне азотне живлення за достатнього забезпечення фосфором і калієм; регулювання водозабезпечення системою утримання ґрунту і зрошення в поєднанні із захистом рослин від шкідників та хвороб.

У вологозабезпеченні та засвоєнні елементів живлення з ґрунту плодовими і ягідними культурами велике значення має розвиток їх кореневих систем. Так, у груші вона розмішується на більшій глибині, ніж у яблуні, у кісточкових порід – ближче до поверхні, ніж у насіннячкових. Вертикальні корені плодових культур можуть заглиблюватися більш як на 10 м. Діаметр кореневої системи (його визначають діленням віку дерева на 2) в 1,5–2 рази більший за діаметр крони, а кількість коренів у межах проекції крони в 3–4 рази більша, ніж за її межами. Розмір кореневої системи істотно залежить від підщепи.

Як і в плодових культур, у ягідних кущів кожна частина кореової системи пов'язана з певною надземною частиною, тому добрива потрібно вносити з двох боків.

Корені ***смородини чорно***ї залягають переважно у верхніх (до 60 см) шарах ґрунту і лише невелика їх частина досягає глибини 1,5 м. У шарі ґрунту до 10 см у смородини знаходиться половина коренів. У порічок, порівняно зі смородиною чорною, коренева система знаходиться глибше і розвинена ліпше. За потребою в елементах живлення для смородини виділяють три періоди: до початку плодоношення, початок плодоношення і повне плодоношення. Ця культура потребує достатньо збагаченого на кальцій ґрунту. Оптимальний pH 5,6–6.

Смородина чорна і порічки найвибагливіші серед ягідних культур до рівня живлення, забезпечення вологою та ґрунтовим повітрям. Тривалість життя кущів, їх продуктивний вік і врожайність значно залежать від родючості ґрунту, підтримувати яку на високому рівні можна лише за допомогою застосування добрив.

Молоді насадження смородини спочатку нарощують гілкову масу. Цим пояснюється важливість створення високої родючості ґрунту в період розвитку кущів. Лише через 5–6 років розвитку формуються високопродуктивні куші, які вступають у період повного плодоношення. Співвідношення азоту, фосфору і калію у виносі з урожаєм становить 1 : 0,2-0,3 : 0,5-0,6. Найінтенсивніше азот засвоюється рослинами після виходу зі стану спокою і під час розбруньковування – до 2,3 кг/(га·доба), а після цвітіння і збирання врожаю – близько 1 кг/(га·доба). Після достигання ягід і їх збирання потреба в азоті знову підвищується. Максимальне засвоєння фосфору (60 %) і калію (75 %) припадає на період від цвітіння до наливання ягід, потім воно знижується. Нестача азоту на початку росту до розбруньковування, а фосфору – до початку цвітіння призводить до зменшення закладання плодових бруньок, обпадання зав'язі, загального зниження врожайності в поточному і наступному роках. З усіх ягідних культур смородина чорна найчутливіша на внесення фосфорних добрив. Вона добре засвоює елементи живлення з мінеральних добрив, %: азоту – 40–60, фосфору – 10–20, калію – 40–50. У порічок з урожаєм ягід та обрізаними гілками азоту і калію відчужується більше, ніж у смородини чорної, але її потреба в фосфорі значно нижча. Вони також чутливіші до наявності хлору в добриві, ніж чорна.

В ***аґрус***у коренева система розміщена переважно на глибині 5–40 см. До кінця цвітіння аґрус зазвичай росте за рахунок запасних поживних речовин, після цвітіння до повного формування врожаю посилено поглинаються елементи живлення, особливо азот. Він вибагливіший, ніж смородина, до рівня калійного живлення, але чутливий до хлоровмісних калійних добрив. На ґрунтах легкого гранулометричного складу агрус може відчувати нестачу магнію, що усувають внесенням доломітового борошна (на кислих ґрунтах) або інших магнієвмісних добрив.

Малина має мичкувату кореневу систему, основна маса якої розмішена в шарі ґрунту 10–30 см. Вона вибаглива до родючості ґрунту, негативно реагує на високу концентрацію солей у ньому, але переносить середньокислу реакцію ґрунтового розчину. Малина відрізняється високим виносом елементів живлення, що пояснюється утворенням великої кількості пагонів і відмиранням після збору врожаю майже половини надземної маси. Період поглинання азоту, фосфору і калію розтягнутий і триває до кінця літа. Особливо важливий для малини рівень фосфорного живлення. Фосфор і калій найінтенсивніше засвоюються у період цвітіння і зав'язування плодів, пізніше засвоєння їх значно знижується, тоді як споживання азоту триває і після закінчення збирання врожаю.

Суниця характеризується високим рівнем засвоєння елементів живлення, хоча з урожаєм ягід відчужується незначна їх кількість. Витримує середньо кислу реакцію ґрунту. Коренева система у неї мичкувата, розгалужена, з довгими кореневими волосками. Основна її маса (понад 80 %) розміщена в шарі ґрунту 0–20 см. За споживанням елементів живлення для суниці виділяють два критичні періоди: навесні, коли диференціаціюються і закладаються квіткові бруньки, і восени, наприкінці вегетації, коли закладаються плодові бруньки і росте коренева система. В ці періоди суниця має бути добре забезпечена елементами живлення, особливо азотом і фосфором. До початку цвітіння ця культура поглинає до 20 % поживних речовин загальної їх кількості за вегетаційний період. Найбільше елементів живлення вона засвоює під час цвітіння і плодоношення. Максимальну кількість фосфору і калію (близько 40 %) суниця засвоює за період плодоношення (три тижні), азот – рівномірно впродовж вегетації.

2. Значення основних макро- і мікроелементів для живлення плодових і ягідних культур

На ріст і розвиток плодових та ягідних культур найефективніше впливають азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка, залізо, бор, манган, мідь, цинк, молібден, кобальт. Крім того, у хімічному складі рослин виявлено ще 60 елементів, роль більшості з яких у житті плодових і ягідних культур поки що не встановлено.

Плодові культури переважно забезпечуються елементами живлення із запасів ґрунту. Після внесенням добрив усувається або зменшується дефіцит елементів, яких не вистачає для оптимального живлення рослин. Нестачу або надлишок елементів живлення визначають за допомогою діагностичних методів (візуально, за хімічним складом окремих органів рослини чи проведенням ґрунтової діагностики). Під час вирощування плодових і ягідних культур потрібно знати забезпеченість рослин елементами живлення і враховувати, за яких ґрунтово-кліматичних умов може виникати їх нестача або надлишок.

Азот. У живленні плодових рослин азот потрібний найбільше за інші елементи. Оптимальне забезпечення ним рослин має велике значення для підтримання плодових насаджень у стані високої продуктивності старої плодової деревини і наростання нової, зав'язування плодів і зменшення їх обсипання в період формування врожаю, диференціації бруньок і закладання майбутнього врожаю. Проте надмірне однобічне азотне живлення плодових культур затягує вегетацію рослин, затримує визрівання тканин, особливо однорічних приростів, які взимку часто пошкоджуються морозами, а квітки – весняними приморозками. Крім того, тканини листків і плодів таких рослин менш стійкі до різних захворювань. У спекотну погоду з таких дерев може обпадати багато плодів. У плодів погано розвивається забарвлення шкірки, погіршується їх зберігання тощо. Надмірно високий рівень нітратного азоту в ґрунті блокує живлення плодових дерев фосфором, залізом та іншими елементами. Високий вміст азоту в тканинах рослин може супроводжуватися нестачею бору, внаслідок чого розвивається опробковіння тканин плодів.

Нестача азоту може також спричинюватись вимиванням нітратів за межі кореневмісного шару. У садах це явище спостерігається частіше, ніж під польовими культурами, внаслідок посиленої дії в ґрунті елювіальних процесів. Нестача азоту в живленні плодових і ягідних культур виявляється на всіх типах ґрунтів, але найчастіше – на дерново-підзолистих і сірих лісових. Вона виявляється в ослабленні росту пагонів, зменшенні сумарного накопичення біомаси, зниженні продуктивності фотосинтезу в зв'язку зі зменшенням площі асиміляційної поверхні листків та вмісту в них хлорофілу. Листки стають блідо-зеленими з ледь жовтуватим відтінком. На старих листках з'являються відтінки жовтого, оранжевого, червоного або пурпурового кольору. Пагони трохи зігнуті, за тривалого голодування вони стають твердими й тонкими. За гострої нестачі азоту формуються листки малого розміру, які жовкнуть і рано обпадають. У них зазвичай накопичуються червонуватий і багряний пігменти. Плодоносні дерева слабко цвітуть і зав'язують плоди, які сильно обсипаються. У суниці погано утворюються вуса, старі листки чорніють і рано жовкнуть. Рослинами-індикаторами щодо нестачі в ґрунті азоту є яблуня й особливо персик.

Фосфор. Оптимальне живлення плодових рослин фосфором пришвидшує вступ плодових і ягідних культур у період плодоношення, стимулює процес запліднення, формування й достигання плодів, тканин пагонів, що має велике значення у підвищенні їх морозостійкості. Проте надмірне забезпечення плодових рослин фосфором за значного підвищення вмісту в ґрунті його рухомих сполук може спричинити фізіологічні захворювання, пов'язані з живленням рослин цинком, наприклад розетковість.

За вирощування плодових насаджень на карбонатних ґрунтах з лужною реакцією середовища нерідко створюється надмірне фосфорне живлення, внаслідок чого порушується оптимальне забезпечення рослин залізом, цинком та іншими елементами.

Дефіцит фосфору для плодових і ягідних культур трапляється набагато рідше, що пояснюється контактуванням та активною взаємодією добре розгалужених кореневих систем із великим об'ємом ґрунту впродовж тривалого періоду в річному циклі. Проте на кислих дерново-підзолистих ґрунтах, зокрема легкого гранулометричного складу, де процеси хімічного вбирання мінеральних фосфатів сильніші, часто виявляється нестача фосфору. За цих умов ефективно застосовувати фосфорні добрива. Однак необхідність їх внесення виникає також на сірих опідзолених, чорноземних та інших ґрунтах у разі зміни співвідношення між елементами живлення в ґрунті після внесення інших видів добрив.

Нестача фосфору в живленні плодових культур затримує ріст і галуження коренів та пагонів, тому вони утворюються тонкими. Листки дрібні тьмяно-синьо-зеленого кольору з пурпуровим і бронзовим відтінками, восени передчасно обпадають, навесні затримується розбруньковування. На листках у смородини чорної з'являються бурі тьмяно-бронзові плями, рослини погано цвітуть, слабко зав'язуються плоди, які сильно обсипаються. Плоди мають інтенсивне забарвлення із зеленкуватим відтінком, причому м'якоть плодів кісточкових порід м'яка і кисла.

Калій підвищує стійкість рослин до зневоднення тканин, несприятливих чинників зовнішнього природного середовища – посухи, низьких температур, грибних захворювань. За надмірного вмісту калію в поживному середовищі виявляється його антагонізм з іншими елементами живлення, зокрема з кальцієм і магнієм. Добре забезпечені калієм темно-каштанові та чорноземні ґрунти.

Нестача калію спостерігається на всіх типах ґрунтів, але найчастіше на слабогумусованих відмінах із незначним вмістом його обмінних форм, що є основним джерелом живлення для плодових рослин. У ґрунтах легкого гранулометричного складу більша частина внесеного з добривами калію залишається в розчині й може легко вимиватись за межі кореневмісного шару. Збіднення ґрунту на калій у садах спостерігається частіше, ніж на полях.

За нестачі в живленні плодових рослин калію на листках з'являються крайові "опіки" (від країв листкової пластинки до середини). В черешні, вишні, персика і сливи крім цього виявляються хлороз тканин між жилками, крапчастість, іноді краї листків скручуються всередину. Яблука та ягоди смородини чорної достигають нерівномірно. М'якоть плодів має кислий смак і дерев'янистий присмак. На краях листків смородини чорної утворюються коричневі плями з червонувато-пурпуровим відтінками. Пагони за нормальної довжини, особливо за високого співвідношення азоту і калію в ґрунтовому розчині, формуються тонкими. Індикатором нестачі калію в ґрунті є слива.

Кальцій сприяє росту коренів, зокрема найдрібніших їх розгалужень, та наростанню кореневих волосків. Він позитивно впливає на лежкість плодів.

Вміст кальцію в усіх типах ґрунтів перевищує потреби живлення плодових культур цим елементом. Проте висока концентрація в ґрунті катіонів H+, Na+, K+ та інших заважає надходженню кальцію в рослини. Особливо гострий дефіцит його виявляється на кислих ґрунтах легкого гранулометричного складу. Крім того, велика кількість кальцію може вимиватись за парового утримання ґрунту в саду. Посилюється цей процес і після внесення фізіологічно кислих форм мінеральних добрив. Тому в садах може не вистачати кальцію для живлення рослин, що виявляється в погіршенні якості (лежкості) плодів, хоча зовні на рослинах ця нестача не позначається. За великого дефіциту кальцію в яблуні, смородини та аґрусу відмирають точки росту й верхівки пагонів, спостерігається "опік" і закручування листків вгору (насамперед верхніх). У суниці відмирають сердечка і тканини листків. Кісточкові породи хворіють на ґлеєтечу – гомоз.

За надмірного вмісту в ґрунті кальцію плодові рослини хворіють на хлороз і розетковість листків, унаслідок нестачі у живленні заліза й цинку, затримується засвоєння ними магнію, калію, бору та інших елементів. Тому, збільшивши норму цих елементів, можна послабити негативну дію надмірної кількості кальцію.

Магній впливає на процес плодоутворення, достигання і якість плодів, підвищує морозостійкість дерев. Найчастіше його нестача у живленні плодових рослин спостерігається на дерново-підзолистих кислих ґрунтах легкого гранулометричного складу, особливо тоді, коли вміст його обмінних сполук не перевищує 20 мг/кг. У плодових насадженнях магній може вимиватися у великих кількостях з кореневмісного шару, тому виникає потреба в його поповненні внесенням добрив.

Дефіцит магнію в живлені рослин затримує ріст і цвітіння, спричинює мармуровий хлороз. Некроз і хлороз тканин листків виявляються між жилками. Між ними також може бути коричнева плямистість. По краях листків аґрусу з'являються червоні смуги. Плоди яблуні не достигають, нижні листки на пагонах передчасно обпадають, а верхні – залишаються у вигляді розетки. *Рослинами-індикаторами на нестачу магнію* є аґрус, смородина чорна, яблуня. Поява яскраво-жовтих плям на листках малини може бути пов'язана також із вірусними хворобами чи іншими причинами.

Ґрунти України за придатністю до вирощування багаторічних плодових насаджень за вмістом рухомих сполук мікроелементів поділяють на три класи:

- **І клас – добре забезпечені мікроелементами;**
- **ІІ клас – середньо забезпечені мікроелементами, можливий прояв нестачі одного з мікроелементів;**
- **ІІІ клас – слабозабезпечені мікроелементами, застосування мікродобрив має бути обов'язковим заходом.**

Залізо сприяє синтезу хлорофілу та ростових речовин – ауксинів. Вміст заліза в ґрунтах доволі високий (2–3 % їх маси), але забезпеченість ним рослин визначається ступенем його рухливості, що пов'язано з окисно-відновним потенціалом і реакцією ґрунтового середовища. Зі зниженням кислотності ґрунту рухливість заліза зменшується. Дефіцит його виявляється на карбонатних лужних ґрунтах і посилюється за високого вмісту рухомих фосфатів. У кислих слабоеродованих дерново-підзолистих ґрунтах залізо часто знаходиться у формі нижчих оксидних розчинних сполук, які токсично впливають на рослини.

За нестачі заліза різко знижується продуктивність культур. На молодих верхівкових листках з'являється хлороз (суцільне пожовтіння і навіть побіління пластинок). Менш чутливі до нестачі заліза аґрус і смородина.

У живленні плодових і ягідних рослин важливу роль відіграють також мікроелементи, які позитивно впливають на розвиток репродуктивних органів, запліднення квіток, утворення і розвиток плодів, запобігають захворюванням рослин і плодів.

Забезпеченість плодових культур мікроелементами залежить не лише від вмісту їх рухомих сполук у ґрунті, а й від деяких властивостей і режимів ґрунтового середовища. Так, із ростом окультуреності ґрунтів, збільшенням у них вмісту гумусу забезпеченість плодових культур мікроелементами підвищується. Найбідніші на мікроелементи піщані й супіщані ґрунти легкого гранулометричного складу. Підвищений вміст мулистої фракції та зміна реакції ґрунтового середовища впливають на доступність для рослин мікроелементів. Наприклад, доступність бору знижується після вапнування, а дефіцит молібдену збільшується з підкисленням ґрунту. Доступність ***цинку*** знижується з підвищенням карбонатності ґрунту (чорноземи південні карбонатні, каштанові ґрунти). Цьому сприяє також високий вміст рухомих фосфатів у ґрунті. За нестачі в живленні плодових рослин цинку виявляється дрібнолистковість і розетковість: листки на пагонах дрібні й вузькі, деформовані, з хлорозом тканин між жилками, а на верхівці пагона листки розвинені дещо ліпше й зібрані у розетку. Пагони і гілки відмирають, особливо на верхівці дерева. У плодів персика після зняття з них шкірки м'якоть швидко буріє. *Індикатори на нестачу цинку* – яблуня, персик, цитрусові.

За нестачі *бору* плодові рослини хворіють на плямистий хлороз. Листки яблуні потовщуються, жилки жовкнуть і пробковіють. Молоді гілки перестають рости, на них утворюється багато бруньок і розеток, верхівки пагонів відмирають. Внутрішні тканини плодів яблуні й груші пробковіють, на них з'являється суха плямистість, вони буріють і розтріскуються. Плоди стають потворними, з характерними темно-зеленими вдавленнями на поверхні. В малини у вузлах утворюються дрібні деформовані листки, ненормально потовщуються верхівки пагонів. *Рослини-індикатори на надлишок або нестачу бору* – вишня, яблуня, персик, суниця.

Нестача *мангану* найчастіше виявляється на лужних карбонатних та опідзолених піщаних ґрунтах після вапнування. На кислих надмірно зволожених слабоаерованих ґрунтах для рослин надмірна кількість мангану часто токсична. Він тут є антагоністом кобальту, який, у свою чергу, заважає живленню рослин манганом.

За нестачі мангану в живленні плодових рослин виникає хлороз тканин між жилками листків, що поширюється до центральної жилки, причому раніше він виникає на старих листках, а не на молодих верхівкових, як за хлорозу від нестачі заліза.

За гострої нестачі *міді* в яблуні відмирають верхівки пагонів, які згинаються вниз – так зване в'янення кінців. Краї листків ніби обпалені та рвані. За незначної нестачі міді хлороз виявляється лише між жилками молодих листків.

Відомо, що мідь у ряду електрохімічних потенціалів металів розмішена перед залізом і цинком, тому істотно блокує поглинання цих елементів. Високий вміст рухомих сполук міді і низький – заліза та цинку спричинює фізіологічні порушення в тканинах рослин. Вважають, що розвиток розетковості плодових культур визначається не рівнем умісту в ґрунті рухомих сполук цинку та міді, а співвідношенням між ними. За критичне прийнято співвідношення Cu : Zn близьке до одиниці.

Індикаторами на надлишок міді є бур'яни родин Гвоздичних і Губоцвітих.

На практиці часто виявляється дефіцит не одного, а кількох елементів живлення. При цьому ознаки їх нестачі комбінуються. Наприклад, за одночасного дефіциту фосфору і калію на рослинах не видно особливих ознак голодування, але вони погано ростуть. Лише у разі значної їх нестачі може з'являтися антоціанове забарвлення нижньої частини пагонів і черешків листків.

За одночасної нестачі азоту і фосфору листки рослин набувають світло-зеленого забарвлення, ростуть під гострим кутом до пагона, неначе притискаються до нього, стають жорсткими, а пагони – грубими. Рослини погано плодоносять. За одночасної нестачі азоту і калію листки світло-зелені, зморшкуваті (частини листка між жилками випуклі), із закрученими побурілими краями. Рослини часто не плодоносять. За нестачі всіх трьох основних макроелементів – азоту, фосфору і калію – основні зовнішні ознаки нестачі кожного з них маскуються. Проте рослина повільно росте, погано плодоносить і в плодах формується мало насінин.

Діагностика нестачі біогенних елементів для живлення рослин за зовнішніми ознаками є орієнтовною, тому її потрібно розглядати з урахуванням ґрунтової і рослинної діагностики (хімічного складу).

3.Удобрення молодого і плодоносного саду

Достатнє передсадивне застосування добрив гарантує нормальний ріст дерев у перші 2–3 роки. Якщо ріст уповільнився, навесні перед розпушенням ґрунту вносять азотні добрива в нормі 4–5 г азоту на 1 м2 пристовбурного круга.

У саду в перші 4–5 років добрива вносять у пристовбурний круг, у промислових садах – у пристовбурну смугу. Потім зону удобрення збільшують, розкидаючи їх по проекції крони.

У 4-річного дерева пристовбурний круг (діаметр 2–2,5 м) приблизно в 2 рази менший за крону, а у 4–6-річного (діаметр 2,5–3 м) – в 1,5 раза. Пристовбурні круги утримують під чистим паром, їх мульчувати торфом або компостом.

Із 3–4-го року життя дерев у пристовбурні круги один раз у 2–3 роки вносять гній або компост із розрахунку 6-8 кг/м2 або 30-40 кг на одне дерево. Можна також застосовувати сухий пташиний послід у нормі 100–250 г/м2 чи азотні й калійні добрива в нормі 9, фосфорні – 6 г/м2.

Фосфорні й калійні добрива вносять восени під обробіток ґрунту або навесні, азотні – у два строки: 2/3 навесні в період інтенсивного росту коренів і пагонів та 1/3 у середині літа. Норми азотних добрив здебільшого становлять 60-90 кг/га д. р.

З початком плодоношення збільшується винос елементів живлення із ґрунту саду. Якщо в перші роки після садіння саджанців у живленні всіх плодових культур переважає азот, то пізніше яблуня і груша виносять більше калію, тому норми калійних добрив під насіннячкові поступово збільшують.

Система утримання ґрунту в міжряддях плодового саду може бути паровою, паро-сидеральною або дерново-перегнійною (газонною), а в пристовбурних смугах – паровою. Удобрення плодових дерев під час плодоношення залежить від багатьох чинників, основними з яких є: величина очікуваного врожаю, ґрунтово-кліматичні умови вирощування, вік плодових дерев, зрошення, система утримання міжрядь, сорти, щільність насадження.

Середні норми добрив для плодоносних садів за парової системи удобрення ґрунту становлять: для насіннячкових культур – гній 10 т/га + N80-100P60-90K90-120, для кісточкових – гній 10 т/га +N60-90P40-60K60-90. Органічні добрива вносять у нормі 30–40 т/га один раз у 3 роки. Як доповнення до органічних добрив доцільно використовувати в міжряддях (у проміжні роки) сидерати, особливо за достатнього забезпечення ґрунту вологою та в умовах зрошення. На ґрунтах з невеликим вмістом фосфору і калію поправковий коефіцієнт для середньої норми добрив становить 1,30, з підвищеним вмістом – 0,75, з високим – 0,50. Фосфорні й калійні добрива високоефективні за їх внесення в період спокою (з осені до початку вегетації). Якщо це не вдалося зробити восени, їх потрібно заробити напровесні в пристовбурні круги на глибину 10-15 см або в міжряддях – до 20 см. Особливо обережно потрібно обробляти ґрунт під насадженнями на слаборослих підщепах, коренева система яких розміщена під поверхнею.

Насіннячкові культури на ґрунтах, середньо забезпечених фосфором, помірно реагують на фосфорні добрива, а за високого вмісту калію – дуже слабко і на калій. Фосфорні та калійні добрива можна вносити про запас на 2–3 роки.

Норми азотних добрив під насіннячкові культури коригують з урахуванням погодних умов: у холодний і вологий рік їх збільшують на 20–30 %, у сухий і теплий – вдвічі зменшують. Надлишок азоту в другій половині вегетації може гальмувати достигання плодів, знижувати морозостійкість дерев. Найліпші результати дає роздрібне внесення азоту: 40 % норми напровесні, 30 – після цвітіння і 30 % восени. Дуже важливо створити оптимальне живлення для плодових дерев під час другого етапу активного росту коренів (кінець вересня-початок жовтня), коли накопичуються резервні поживні речовини, від чого залежать морозостійкість, ріст і врожайність рослин у наступному році. Добрива, внесені восени, використовуються деревами до настання зими, а в незамерзлих шарах ґрунту коренева система росте і споживає елементи живлення і взимку. Тому доцільно вносити до 30 % азотних добрив восени після збирання врожаю.

Норми азотних, фосфорних і калійних добрив коригують із використанням ґрунтової і листкової діагностик. За доброго стану дерев (великі зелені листки, оптимальний приріст однорічних пагонів тощо) агрохімічне обстеження ґрунту проводять на 4–5-й рік, за незадовільного стану – через 2 роки. Норми азотних і калійних добрив уточнюють на підставі даних про вміст азоту і калію в листках однорічних пагонів Щорічно встановлювати норми добрив за даними хімічного аналізу листків не обов'язково. Це можна робити один раз у 3–4 роки.

В умовах залуження міжрядь саду фосфорні й калійні добрива ліпше вносити про запас на 2–3 роки, оскільки за внесення поверхнево вони використовуватимуться лише травами. При цьому обов'язково проводять поливання та азотне підживлення. Норми азотних добрив встановлюють з урахуванням потреб багаторічних трав.

За паро-сидеральної системи утримання ґрунту в саду навесні його обробляють за типом чорного пару, а в середині літа на зелене добриво висівають однорічні культури (люпин, вико-вівсяну суміш, фацелію тощо). Перед сівбою трав у ґрунт вносять по 50–60 кг/га азоту, фосфору і калію (під бобові азотні добрива не застосовують). Заробляють сидерати восени або навесні із додавання для пришвидшення їх розкладання 40–50 кг/га азоту. Зазвичай сидерати висівають раз у 3 роки. Щоб збільшити доступність добрив, їх вносять локально – у свердловини, борозни, канави тощо. Восени концентрація добрив має становити 7–8%, під час вегетації – 3–5%.

Для оптимізації мінерального живлення плодових культур проводять позакореневі підживлення макро- і мікроелементами: розчином карбаміду, солями кальцію проти гіркої ямчастості та розчинами мікроелементів за ознаками їх нестачі. Найліпший час для обприскування рослин – ранок або вечір, а в похмуру погоду і вдень. Оброблення розчином карбаміду ефективне тоді, коли очікується високий урожай і закладання квіткових бруньок внаслідок нестачі азоту знаходиться під загрозою. Обприскування проводять через 8–10 діб після цвітіння. Для яблуні використовують 0,4–0,5%-й розчин карбаміду, для груші – 0,2–0,25, сливи – 0,6-0,8, вишні – 0,4-0,8, персика – 1,2-2%-й. Для запобігання опікам на 1 частину карбаміду добавляють 1,4 частини вапна. Крім карбаміду для обприскування застосовують 2–3%-й розчин суперфосфату подвійного та 1%-й розчин сульфату калію.

Проти гіркої ямчастості та бурої гнилі подів яблуні й груші сад 6–8 разів обробляють 0,5–1%-м розчином нітрату або хлориду кальцію. Перше підживлення проводять відразу після розпускання листків.

За слабкого ураження яблуні розетковістю внаслідок нестачі живлення цинком ефективні 2–3-разові позакореневі підживлення 0,3–0,5%-м розчином сульфату цинку.

За дуже низького вмісту в ґрунті водорозчинного бору (менш як 0,1 мг/кг) ослаблюється зав'язування плодів, виникає опробковіння. Це можна усунути позакореневим підживленням 0.05%-м розчином борної кислоти.

У вересні – жовтні після збирання врожаю на початку обпадання листків плодові дерева позакоренево обприскують 4%-м розчином карбаміду для додаткового забезпечення їх азотом та для боротьби з грибними захворюваннями.

Позакореневі підживлення плодових культур поєднують з обробленням пестицидами проти шкідників і хвороб. За поєднаного застосовування кількох мікроелементів норму кожного зменшують удвічі. Внесення мікродобрив у ґрунт менш ефективне, ніж позакореневе підживлення.

4.Удобрення ягідних культур

Смородина, порічки й аґрус поширені в усіх зонах садівництва на різних типах ґрунтів. Проте найліпшими для вирощування смородини є суглинки важкого і середнього гранулометричного складу, для вирощування аґрусу і порічок – суглинки легкого гранулометричного складу. Порівняно з іншими ягідними культурами смородина чутлива до підвищеної кислотності ґрунту. Найліпше вона росте на ґрунтах із pH 6–6,5. Аґрус добре росте і плодоносить за pH 5,5, але він чутливий до нестачі калію. Слабоокультурені, кислі підзолисті та засолені ґрунти для вирощування промислових насаджень цих культур непридатні.

Перед закладанням плантацій ягідних культур під оранку вносять 100–150 т/га органічних добрив (гній, торфокомпост, сидерати, а також фосфорні й калійні добрива в нормах, розрахованих для доведення вмісту рухомих сполук фосфору і калію до оптимального рівня).

На добре окультурених ґрунтах смородина чорна й агрус у перші роки не потребують внесення фосфорних і калійних добрив. Можна обмежитися лише азотними. Для формування сильних кущів навесні до розбруньковування на плодоносних плантаціях їх вносять у нормі 60 кг/га д. р. та 30 кг/га після збирання врожаю. Середні норми добрив на плодоносних плантаціях: для смородини – гній 10-15 т/га + $N_{60-90}P_{90-120}K_{60-90}$, для аґрусу – гній 10-15 т/га + $N_{60-90}P_{60-90}K_{90-120}$. Органічні добрива в нормі 20–30 т/га вносять один раз у 2 роки. Смородина вибагливіша до рівня фосфорного живлення, аґрус – до калійного. Потрібно також враховувати, що смородина і порічки чутливі до хлору. За низького забезпечення рослин фосфором і калієм середні норми добрив збільшують на 25 %, за підвищеного – зменшують удвічі. У рік внесення органічних добрив мінеральні добрива не застосовують.

Добрива під аґрус і смородину можна також вносити в борозни під час оранки (за 25–30 см від кущів), яку проводять один раз у 3–4 роки. При цьому заробляють гній, фосфорні та калійні добрива. Азотні добрива застосовують щорічно – навесні під культивацію. За високих урожаїв їх вносять у два строки: напровесні та у фазу зеленої зав'язі, а за краплинного зрошення – в три: напровесні 30 %, під час формування врожаю – до 40 і в післязбиральний період – до 35 %.

Малина досить добре реагує на удобрення. Біологічно зумовлене щорічне відмирання майже половини надземної частини рослин призводить до значного виносу з ґрунту елементів живлення, які мають бути повернені у вигляді добрив. Малина дуже чутлива до внесення органічних добрив, тому перед закладанням плантації вносять 100–150 т/га органічних, 90–120 кг/га д. р. фосфорних і 120–150 кг/га д. р. калійних добрив.

Траншейний спосіб підготовки ґрунту дає змогу у 2–3 рази скоротити витрати органічних добрив порівняно із суцільним його окультуренням. Для цього використовують кормороздавач з бічним викиданням суміші добрив. На 100 м траншеї вносять 3–5 т органічних, 10 кг фосфорних і 20 кг калійних добрив. За доброго окультурення ґрунту в перші 2–3 роки малину можна не удобрювати. У разі слабкого росту рослин проводять підживлення азотом – 50 кг/га (не пізніше як у середині червня). В подальшому внесення добрив обов'язкове. Залежно від вмісту рухомих сполук елементів живлення в ґрунті в період повного плодоношення застосовують $N_{90}P_{60-120}K_{90-120}$.

Найліпший період внесення азотних добрив під малину – напровесні, органічних (мульчування) – після розпушення ґрунту, фосфорних і калійних – восени. Норма мульчі (торф, компост) близько 60 т/га один раз на 2–3 роки. Фосфорні та калійні безхлорні добрива можна вносити навесні разом з азотними. Добрива у міжряддях малини заробляють на глибину 12–15 см.

Малина досить чутлива до нестачі магнію, що виявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу після внесення підвищених норм калійних добрив. Потребу в магнії задовольняють проведенням вапнування доломітовим борошном до початку закладання плантацій або вносять невисокі норми доломітового борошна (0,5 т/га), якщо вапнувальні матеріали не містять магнію. Під культури, чутливі до хлору (малина, смородина) ліпше використовувати калійні добрива з невеликим вмістом хлору. Проте за осіннього внесення калію хлористого хлор вимивається з кореневмісного шару ґрунту і негативно не впливає на розвиток рослин.

Позакореневе підживлення ягідних кущів можна проводити 0,3–0,5%-м розчином карбаміду, 1–2%-м – сульфату калію, 2–3%-м суперфосфату, 0,02–0,05%-м розчином мікродобрив. Під час обприскування рослин потрібно більше зволожувати нижній бік листків, оскільки при цьому елементи живлення з розчину засвоюються інтенсивніше.

Суницю вирощують на всіх основних типах ґрунтів, придатних для вирощування плодових і ягідних культур, упродовж 2–3 років. Найліпшими для суниці є ґрунти легкого гранулометричного складу, але вона може давати високий урожай і на ґрунтах важкого складу за ретельного утримання їх у пухкому стані. Непридатні для її вирощування ґрунти важкого гранулометричного складу, які запливають, сильно ущільнені, карбонатні та засолені.

До реакції ґрунтового середовища суниця не дуже чутлива, але найліпше вона росте за pH 5,5-6,0. Кислі ґрунти (pH < 5,2) вапнують. З органічних добрив ліпше використовувати напівперепрілий гній, перегній і добре визрілий компост у нормі 50–80 т/га. їх заорюють за 10–15 діб до висаджування культури. Не можна вносити свіжий гній, оскільки він погано перемішується з ґрунтом, коріння рослин суниці доторкається до нього і погано приживається, крім того, рослини можуть випадати. Тому свіжий гній вносять лише під попередник. На плантаціях суниці досить ефективним є мульчування ґрунту з розрахунку 30 т/га перегною чи інших органічних добрив (торфу, соломистого гною, соломи, сухої трав'янистої маси, хвої) завтовшки не менш як 5 см. Мульча захищає ґрунт від пересихання, надмірного ущільнення та заростання бур'янами. Практикують також суцільне зимове мульчування насаджень суниці подрібненою соломою злакових культур.

Фосфорні й калійні добрива можна вносити про запас разом з органічними добривами або щорічно. В першому випадку середні їх норми становлять по 100–120, у другому – по 40–50 кг/га д. р.

Якщо ґрунт окультурений, то в перший рік вирощування суниці добрив зазвичай не вносять. Проте якщо рослини відстають у рості, навесні застосовують 30–40 кг/га д. р. азотних добрив. За надмірного азотного живлення вегетативна маса рослин може занадто розвиватися, що негативно позначається на їх плодоношенні. На другий–третій рік половину азотних добрив (45 кг/га д. р.) вносять напровесні, іншу половину – разом із фосфорними і калійними (N45P60K60) після збирання врожаю в міжряддя на глибину 8–10 см. Крім того, на третій рік після збирання врожаю й одразу після скошування листків вносять фосфорні та калійні добрива в нормі по 30–50 кг/га д. р. так, щоб якомога менша їх кількість потрапляла на рослини (для запобігання опікам) і вони добре зароблялися в ґрунт.

Якщо рекомендована кількість добрив не забезпечує нормальних росту і плодоношення, то норму їх збільшують на 20–30 %, а за надмірного росту надземної маси – відповідно зменшують.

Ефективними на суничних плантаціях є також мікродобрива, які використовують для позакореневого підживлення, зокрема на ґрунтах, де виявлено нестачу рухомих сполук мікроелементів. Так, дворазове оброблення рослин (на початку цвітіння і під час росту зав'язі) 0,01– 0,02%-м розчином сульфату цинку підвищує врожайність суниці. Ефективні також на початку росту рослин підживлення розчином із мікроелементів і карбаміду (по 0,02 % перманганату калію, борної кислоти, молібдату амонію та 0,2 % карбаміду).

У товарному виробництві поряд із традиційними сортами рослин довгого дня з'являється дедалі більше сортів нейтрального дня з тривалим плодоношенням, на відміну від ремонтантних сортів, які в умовах півдня у серпні–жовтні дають другий урожай.

У сортів суниць нейтрального дня, з повторюваним або тривалим літнім цвітінням, коли відбувається повторне закладання квіткових бруньок, у період подовженого плодоношення активно поглинаються елементи живлення. У таких сортів загальний винос елементів живлення значно вищий, ніж у звичайних сортів суниці довгого дня. Після завершення плодоношення забезпечення рослин азотом і фосфором є основним чинником плодоношення в наступному році. Норми азоту мають бути збалансовані з нормами фосфору і калію, а в період росту – з кальцієм, який сприяє щільності ягід для забезпечення їх транспортабельності.

5. Удобрення виноградників

Виноград росте на різних типах ґрунтів, але високі врожаї дає на їх родючих відмінах за доброї вологозабезпеченості. Найліпшими для його вирощування є чорноземи і каштанові ґрунти легкого гранулометричного складу. У Закарпатті виноградники закладають на дерново-буроземних і типових буроземних ґрунтах. У Криму під час закладання виноградників уникають ділянок, на яких близько залягають суцільні мергелясті і черепашкові прошарки та інші скелетні гірські породи. Підґрунтові води мають бути не ближче ніж 1,5 м до поверхні. Недоцільно також закладати виноградники на засолених ґрунтах.

Виноград може рости на ґрунтах із широким діапазоном pH – від 3 до 8, але оптимальне значення для нього становить 6,5. На кислих і засолених ґрунтах обов'язково слід проводити хімічну меліорацію.

Основна маса кореневої системи винограду розміщується в шарі 10–60 см. У північних умовах вирощування, а також в умовах зрошення корені розвиваються ближче до поверхні. Ці особливості слід враховувати під час внесення добрив у ґрунт.

Засвоєння елементів живлення виноградом впродовж вегетації розтягнуте. Так, азот і фосфор засвоюються інтенсивніше у період цвітіння, тоді як добове поглинання азоту під час достигання ягід різко знижується.

Максимальне накопичення в рослинах винограду азоту збігається із завершенням росту вегетативних органів, а фосфору і калію – з періодом технічної стиглості ягід. У динаміці 75 % річного споживання рослинами азоту засвоюється від початку розбруньковування до початку цвітіння, 20 – від цвітіння до початку достигання ягід і 5 % – від збору врожаю до завершення вегетації. В різні фази росту й розвитку винограду основні елементи живлення засвоюються у різних співвідношеннях: частка азоту в загальній сумі NPK до кінця вегетації знижується, а калію – зростає. Зміна частки надходження калію завжди протилежна зміні частки азоту.

На початку вегетації виноград чутливіший до нестачі азоту і фосфору, ніж до нестачі калію. Потреба збільшується в процесі росту й достигання ягід, причому виявляється інтенсивніше у разі підвищення врожаю. Високий рівень живлення рослин калієм сповільнює ріст пагонів, поліпшує якість урожаю. Нестача калію призводить до формування невеликих щільних грон з низьким вмістом в ягодах сахарози, внаслідок чого вони швидко загнивають і погано зберігаються. За оптимального фосфорного і калійного живлення зростають цукристість ягід, накопичення ароматичних і барвних речовин. Виноматеріали з підвищеним вмістом азоту дають високоякісні коньячні спирти, але спричинюють помутніння столових сортів вина. Рослини винограду мають дуже важливу біологічну особливість: чітко виражену здатність до реутилізації основні елементів живлення з вегетативних органів.

Органи плодоношення у винограду починають формуватися в попередньому році й завершуються в наступному – перед розбруньковування. Тому недостатня забезпеченість рослин елементами живлення в першу половину вегетації може спричинити сильний їх відтік у ягоди, й отже, ослабити формування квіткових бруньок та знизити врожай у наступному році. На формування І т грон винограду використовується 5–8 кг N, 1,5-4 – P_2O_5, 4-8 кг K_2O.

Система удобрення винограду передбачає внесення добрив під плантажну оранку та під час садіння, удобрення молодих розсадників і плодоносних виноградників.

Якщо під насадження виноградників відводять ділянки, звільнені від садів, вибракуваних виноградників зі слабоокультуреними ґрунтами, то ґрунт потрібно окультурити 2–3-річним вирощуванням багаторічних бобових трав. За потреби проводять хімічну меліорацію ґрунтів. Під плантажну оранку на чорноземах вносять по 30–40, на малородючих ґрунтах – по 40–60 т/га гною з одночасним внесенням фосфорних добрив у нормі 100–120 кг/га д. р. На малородючих ґрунтах Закарпаття вносять 60-80 т/га гною і $P_{150-200}K_{150-200}$. Плантажну оранку проводять за 4–6 міс до садіння винограду.

Під час садіння під гідробур добрива вносять у вигляді водного розчину з розрахунку 15-20 кг аміачної селітри, 25-40 – суперфосфату гранульованого, 10–15 кг калію хлористого на 1000 л води (по 1–2 л на саджанець). Під час садіння в ямки діаметром 40–60 см і завглибшки 60 см на дно насипають купку землі, змішаної з 3–5 кг перегною, 10–20 г аміачної селітри, 100 г суперфосфату гранульованого і 50 г калію хлористого. Присадивне внесення добрив позитивно впливає на приживлення саджанців, поліпшує розвиток надземних органів і кореневої системи, пришвидшує плодоношення.

Якщо добрива внесено під плантажну оранку та під час садіння саджанців, то в перші роки в молодих виноградниках їх зазвичай не застосовують. На 3–4-й рік вносять лише азотні добрива в нормі 30–40 кг/га. Якщо добрив під плантажну оранку не застосовували, їх щорічна норма має становити по 20–80 кг/га NPK залежно від вмісту рухомих сполук елементів живлення у ґрунті.

У плодоносних виноградниках періодично, один раз на 4-5 років розпушують ґрунт у міжряддях на глибину 50–55 см з одночасним внесенням добрив. Система удобрення залежить від ґрунтово-кліматичних умов. На чорноземах південних, звичайних суглинкових і каштанових ґрунтах систему удобрення розраховують на 3 роки. Для цього всю площу виноградника ділять на три однакові частини і на кожну з них вносять добрива, чергуючи за роками як у полях сівозміни. У перший рік в основне удобрення вносять азотні добрива в нормі 60–120 кг/га д. р. На другий рік улітку проводять підживлення (перед цвітінням, після цвітіння та на початку достигання ягід) N20P20K20. а восени вносять гній у нормі 20 т/га; на третій рік проводять підживлення, як і в другий рік.

На каштанових солонцюватих ґрунтах систему удобрення доповнюють внесенням 2–3 т/га гіпсу. На чорноземах південних і звичайних мінеральні добрива у плодоносних виноградниках можна вносити один раз на 2 роки а гній – на 3–4 роки із розрахунку 30 т/га.

На піщаних ґрунтах система удобрення розрахована на 2 роки. Навесні першого року вносять $N_{60}P_{60}K_{30}$, восени – 20 т/га гною. На другий рік куші підживлюють повним мінеральним добривом – $N_{20}P_{20}K_{20}$.

У період вегетації винограду проводять 2–3 кореневі підживлення в такі строки: до початку сокоруху, перед цвітінням і на початку достигання ягід. У перші два підживлення вносять $N_{30}P_{30}K_{30}$, а в третє – лише N_{30}. Добрива застосовують у вигляді концентрованого водного розчину з розрахунку 1000–1200 л/га.

Плодоносні виноградники доцільно 2–3 рази за сезон підживлювати позакоренево макро- і мікроелементами. Перше оброблення проводять після цвітіння 0,5%-м розчином макродобрив з додаванням 0,5 кг/га комплексних мікродобрив (бор, манган, цинк) у хелатній формі. Перед обприскуванням обов'язково перевіряють розчин на можливість опіків, оскільки молоді листки дуже чутливі до хімікатів. Ще важливішими за періодом розвитку винограду є два наступні підживлення. З початком інтенсивного росту грон на 1 га вносять 6 кг KN0₃ та 1 кг поліхелатів мікроелементів, розчинених у 600 л води. Позакореневе підживлення можна поєднувати з внесенням фунгіцидів, заздалегідь перевіривши розчин на можливість опіків листків. Наступне оброблення проводять за місяць до збирання врожаю 2%-м розчином KN03, тобто 12 кг/га. При застосуванні поліхелатів мікроелементів стежать, щоб pH робочого розчину був 5,7-5,8 за використання хелатів заліза у формі Fe-ЕДТА. Хелат заліза у формі Fe-ДТПА добре засвоюється за pH розчину 6,8-7,0.

У широкорядних високоштамбових насадженнях винограду в умовах зрошення дози мінеральних добрив для кожного підживлення збільшують удвічі, а гною – до 30–40 т/га.

Застосування добрив на виноградниках дає змогу підвищити навантаження кущів гронами до 50 %, а в південних районах в умовах зрошення – у 2–2,5 раза. Якість урожаю при цьому не знижується, а навпаки, вміст сахарози в соку винограду зростає на 1–1,5 %, а його кислотність не змінюється.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

ЛЕКЦІЯ № 20

ТЕМА: “ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ”

fppt.com

ЛІТЕРАТУРА

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник / – К.: ТОВ “СІК ГРУП УКРАЇНА“, 2015. – 376 с.;

2. М.М.Городній. Агрохімія: Підручник.-4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936с.

3. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред.. Д.Мельничука. Дж. Гофман. М.Городнього- К.: Арістей, 2004.- 488с.

4. Агроекологія/ М.М.Городній, А.Г.Сердюк, М.П.Вовкотруб та ін.. К.: Вища школа, 1993.-415с.

fppt.com

ПЛАН

1. Агрономічна ефективність добрив.

2. Економічна ефективність та її показники.

3. Агрохімічне обслуговування. Агрохімсервіс.

fppt.com

1.Агрономічна ефективність добрив

Ефективність добрив багато в чому залежить від ґрунтових, кліматичних, агротехнічних і організаційно-економічних умов.

Система живлення повинна тісно взаємодіяти із властивостями ґрунту. **По-перше**, ефективність добрив залежить від вмісту рухомих форм поживних речовин (азот, фосфор, калій та ін.). **По-друге**, процеси взаємодії ґрунту з добривами проходять на різних ґрунтах не однаково, і через це обумовлюють різну доступність для рослин елементів живлення, що вносяться з добривами. Тому такі питання, як вибір форми добрива, терміни і спосіб їх внесення, треба вирішувати з урахуванням властивостей ґрунту.

Великий вплив на ефективність добрив має **тип і різновид ґрунту**, його гранулометричний і хімічний склад, рівень окультурення, водний режим та вміст засвоюваних поживних речовин. На різних типах ґрунту окремі мінеральні добрива мають різне значення. Максимальний ефект від добрив отримують на дерново-підзолистих, сірих лісових, опідзолених та вилужених чорноземах, при чому на цих ґрунтах у мінімумі, зазвичай, знаходиться азот. Чорноземи потребують менше азоту, але більше фосфору. На опідзолених піщаних ґрунтах на рівні з азотом сильний вплив має калій, проте на торф'яних ґрунтах він знаходиться у мінімумі. При цьому мінімальні вмісти елементів живлення залежить не тільки від властивостей ґрунту, але й від насиченості сівозміни тої чи іншої групи культур.

Висока ефективність фосфорних добрив характерна для чорноземів. Менш ефективні вони на сірих лісових та супіщаних підзолистих ґрунтах. Ефективність фосфорних добрив знижується за мірою збільшення рівня фосфатів у ґрунті.

fppt.com

Щодо калійних добрив, то вони найбільш ефективні на піщаних, торф’яно-болотних і заплавних ґрунтах. На підзолистих ґрунтах роль калію збільшується при вапнуванні. Зі збільшенням застосування азотних і фосфатних добрив роль калію також може помітно зростати. Дія калійних добрив підвищується у сівозміні з травами, що виносять із ґрунту велику кількість цього елемента живлення.

У рамках однієї ґрунтово-кліматичної зони, одного типу і підтипу ґрунту, ефективність добрив значною мірою визначається гранулометричним складом ґрунту, який має значний вплив на рухливість добрив та їх засвоєння, що у свою чергу впливає на характер поглинання поживних речовин рослинами і їх ефективність.

Неоднакові за гранулометричним складом ґрунти вимагають різних підходів до створення системи застосування добрив. Гранулометричний склад ґрунту необхідно враховувати при визначенні дози добрива, терміну й способу внесення. На глинистих і середньо суглинних ґрунтах добрива поглинаються і закріплюються сильніше, вони рухаються разом з водою повільніше, ніж на ґрунтах піщаних і супіщаних. Тому глинисті ґрунти удобрюють не так часто, але відносно великими дозами, тоді як піщані – частіше і малими дозами.

Найбільш рухомі у ґрунтах азотні добрива, тому на легких ґрунтах з підвищеною вологістю вони вимиваються. За таких умов доцільніше вносити азотні добрива на весні. За ступенем переходу від легких ґрунтів до важких різниця в ефективності весняного і осіннього терміну внесення добрив згладжується, і на важких ґрунтах переходить на сторону осіннього терміну внесення.

Зв'язок між гранулометричним складом ґрунту та формою добрив також впливає на їх ефективність. Так, на легких ґрунтах фосфатне борошно не відрізняється за дією від суперфосфату, але значно поступається йому на важких ґрунтах. Калійні добрива, хоч і менш рухомі, аніж азотні, на ґрунтах легкого гранулометричного складу при збільшеній вологості можуть вимиватися.

Важливим фактором, який впливає на ефективність добрив, є також рівень окультуреності ґрунтів. Одним із показників окультуреності ґрунту є вміст у ньому доступних для рослин поживних речовин. Ця властивість ґрунту дуже динамічна і кількість легкодоступних елементів живлення може значно змінюватися за досить короткий час. Тим не менше, вміст у добре окультуреному ґрунті доступних для рослини поживних речовин більша, аніж у слабо окультуреному.

Таким чином, при розробці системи застосування добрив необхідно знати та вміти враховувати властивості ґрунтів, як-от: гранулометричний склад, вміст гумусу, рухомих форм елементів живлення, рівень обмінної кислотності (pH), гідролітичної кислотності (Нг), суму обмінних основ (S), рівень насиченості ґрунтів основами (V).

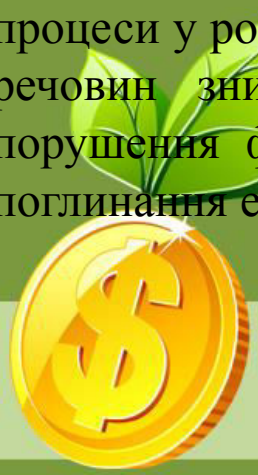
fppt.com

При плануванні системи удобрення необхідно враховувати й не однакову вимогу окремих сільськогосподарських культур щодо термінів зволоження. Наприклад, для ярої пшениці особливо велике значення мають весняні та дощі раннього літа, тоді як кукурудза чи просо добре використовують опади у середині чи навіть в кінці літа.

Впливає на ефективність добрив і температурний режим. Так, значна частина ґрунтових бактерій розвивається за температури 26-35°С, невелика група – при 10-20°С, термофільні бактерії досягають найбільшого розвитку при температурі 60-65°С. Тому в різні періоди вегетації зі зміною температури проходять ті чи інші ґрунтові біохімічні процеси, пов'язані з мікробіологічною діяльністю, змінюється її вплив на швидкість розпаду органічної речовини ґрунту, нітрифікація, мобілізація та іммобілізація елементів живлення і, відповідно, збільшується або зменшується потреба в добривах.

Ефективність добрив в дечому залежить і від температури ґрунту, адже вона впливає на швидкість руху води, рухливість солей у ґрунті, на темпи надходження поживних речовин у рослину і у підсумку – на розвиток кореневої системи.

У різних видів і сортів рослин інтенсивність поглинання елементів живлення за зниження температури різна. При підвищеній морозостійкості виду чи сорту фізіологічні процеси у рослині зі зниженням температури менше порушуються, і поглинання поживних речовин знижується меншою мірою. Із підвищеною жаростійкістю ослаблюються порушення фізіологічних функції рослини при збільшенні температури і збільшується поглинання елементів живлення.



Мінеральні добрива відіграють значну роль у підвищенні морозостійкості зернових культур. Наприклад, з допомогою фосфорних і калійних добрив можна значно збільшити морозостійкість озимої пшениці. Що стосується азотних добрив, то у великих дозах, особливо без внесення фосфору і калію, вони можуть спричинити загибель рослини.

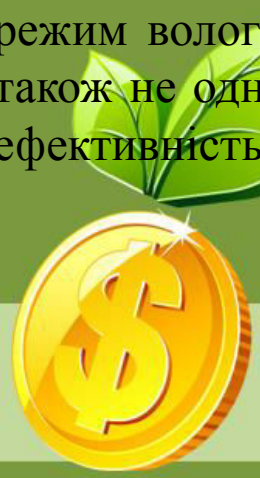
fppt.com

Найбільш важливими агротехнічними умовами, які визначають ефективність застосування добрив, є: сівозміни, обробіток ґрунту, площі живлення рослин, терміни посіву, боротьба зі шкідниками, хворобами та бур'янами, реакція сортів на добрива.

Сівозміна

Введення сівозміни змінює режим вологості ґрунту, рівень накопичення у ньому рослинних залишків, темпи мінералізації органічних речовин та інших процесів, що обумовлюють динаміку засвоювання поживних речовин. Тому при правильному чергуванні культур у сівозміні спостерігаються значні покращення у ефективності мінеральних та органічних добрив порівняно з безплановим чергуванням культур і тим більше – із монокультурою. Більш високу ефективність добрив у сівозміні можна пояснити створенням кращих умов для рослин з точки зору використання ними поживних речовин добрив. Саме по собі чергування рослин за правильної агротехніки на ґрунтах з високою родючістю забезпечує отримання більш високого врожаю порівняно з монокультурою.

Вирішення питання про внесення добрив під ту чи іншу культуру у сівозміні залежить від того, яким був попередник і як його удобрювали. Різні культури залишають після себе не однакову кількість поживних речовин та кореневих залишків, по-різному впливають на режим вологості і поживних речовин для наступних культур. Після різних попередників також не однаковий рівень забур'яненості поля і багато інших аспектів, що впливають на ефективність добрив.



fppt.com

Наприклад, на чистих парах відбувається накопичення вологи, нітратів, знижується забур'яненість поля. Отже, створюються сприятливі умови для прояву високої ефективності фосфатних і калійних добрив, тоді як ефективність азотних добрив, у зв'язку з накопиченням нітратів, знижується. На зайнятих парах чи після непарового попередника ґрунт буває бідним на засвоювані елементи живлення і особливо на азот.

Вагомий вплив на загальний баланс азоту у ґрунті мають бобові культури у сівозміні. Частина азоту, зв'язаного бульбочковими бактеріями бобових, потрапляє через корм до гною, інша його частина залишається з корінням і пожнивними залишками в ґрунті. При розпаді цих залишків після обробітку землі у ґрунті накопичуються засвоювані форми азоту. Таким чином, потреба у азотних добривах знижується і разом з тим створюються сприятливі умови для дії фосфорних і калійних добрив.

Просапні культури при хорошому рівні агротехніки за впливом на рівень забур'яненості наближаються до чистих пар. Але вони є енергійними споживачами води, тому вміст вологи під просапними буває не високим. Крім того, просапні збільшують потребу у добривах для наступних після них культур.

Рослини відрізняються можливістю засвоювати поживні речовини з важкодоступних з'єднань. Культури, здатні поглинати поживні речовини із важкодоступних форм, частину їх залишають у коренях, пожнивних залишках та у ґрунті. Після розпаду цих залишків поживні елементи вивільняються і стають доступними для рослин зі слабкою здатністю до засвоєння.

Різні культури поглинають із ґрунту не однакову кількість поживних речовин. Так, насиченість сівозміни зерновими культурами збільшить потребу у азоті, тоді як насиченість сівозміни коренеплодами, картоплею і соняшником дуже збільшується виніс калію, і ефективність калійних добрив збільшується.

Таким чином, одне із завдань системи удобрення полягає в тому, щоб застосовуючи відповідні добрива у сівозміні, перекрити дефіцит елемента живлення, який є обмежувальним фактором, і тим самим збільшити використання різними культурами поживних речовин самого ґрунту.

fppt.com

Обробіток ґрунту

Обробіток ґрунту має значний вплив на ефективність добрив. Вологість ґрунту, його повітряний режим, діяльність мікроорганізмів та інші фактори, що впливають на ефективність добрив, залежать від прийомів обробітку ґрунту. При збільшенні глибини оранки ефективність добрив, як правило, збільшується. Це значною мірою пов’язано з покращенням водного режиму рослин.

Від повітряного режиму ґрунту залежить розвиток кореневої системи рослин і її властивостей поглинання, а отже, і ефективність добрив. За високої щільності ґрунту і поганої аерації ріст коренів сповільнюється. При недостачі повітря пригнічується окислювальна діяльність кореневих виділень, тому доступність поживних елементів знижується.

Повітряний режим ґрунту впливає також на діяльність мікроорганізмів, що, в свою чергу, впливає на ефективність добрив. При дефіциті повітря пригнічується розвиток аеробних бактерій, зокрема нітрифікуючих, збільшуються втрати азоту від денітрифікації, а отже збільшується потреба культур у азотних добривах. Таким чином, прийомами обробки ґрунту можна дещо посилити чи послабити дію добрив.

fppt.com

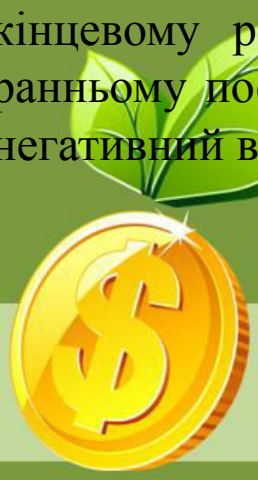
Площа живлення рослин

Площа живлення рослин також має значний вплив на ефективність добрив. Для кожної культури встановлено максимально можливу кількість рослин на 1 га, за якої забезпечується найкраще використання поживних речовин ґрунту та добрив. Наприклад, для цукрового буряка ця кількість становить 100-140 тисяч, для картоплі – 70-80, соняшника – 60 тисяч. При зміні площі живлення рослин змінюється рівень забезпеченості вологою та елементами живлення. Покращення врожайності від збільшення щільності насаджень відбувається зі збільшенням норм добрив.

Таким чином, існує тісна залежність між ефективністю добрив і густотою стояння рослин. Тому при розробці технології обробітку тих чи інших культур і сортів у конкретних умовах необхідно враховувати їх реакцію на збільшення норм добрив і густоти насаджень.

Строк посіву

Великий вплив на ефективність добрив має строк посіву. Зміна термінів розвитку рослин може мати суттєве значення. Так при дотриманні оптимальних термінів посіву рослини мають кращу стійкість до посухи, суховію, осінніх і весняних заморозків. І все це у кінцевому результаті визначає ефективність добрив. При пізньому, а також занадто ранньому посіві врожай сільгоспкультур знижується. Добрива ж здатні дещо зменшувати негативний вплив пізнього посіву.



fppt.com

Фітосанітарний стан ґрунту

Під дією добрив змінюється хімічний склад ґрунту, що впливає на розвиток комах та збудників хвороб. Різні види шкідливих організмів мають різні потреби до умов середовища. Внесення добрив може як пригнічувати, так і стимулювати розвиток шкідників і хвороб. Наприклад, мінеральні добрива збільшують стійкість озимої пшениці і ячменю до шведської мухи. Фосфорні добрива знижують захворюваність зернових кореневою гниллю і бурою іржею, а азотні, навпаки підвищують. При внесенні мінеральних і органічних добрив знижується вразливість картоплі фітофторозом.

Таким чином, добрива дещо зменшують кількість інфікованих рослин і послаблюють рівень ураження, проте тут їх роль все-таки другорядна. Тому застосування добрив не звільняє від необхідності агротехнічних, хімічних, біологічних та інших заходів у боротьбі з шкідниками й хворобами.

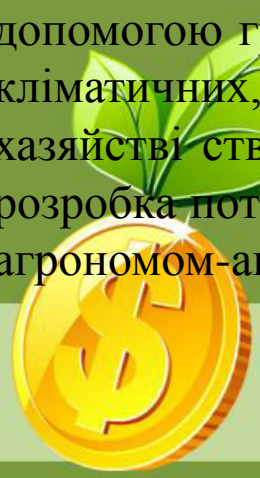
fppt.com

Забур’яненість полів

При забур’яненості полів значно зменшується урожайність і послаблюється дія добрив. Тому важливою умовою високої ефективності добрив є розробка і впровадження заходів боротьби з бур’янами. Вони є сильними конкурентами культурних рослин у боротьбі за елементи живлення і часто виявляються переможцями у цій боротьбі, адже виніс ними поживних речовин зазвичай більший, аніж у культури, яку обробляють. Крім того, коефіцієнти використання елементів живлення бур’янами значно вищий, аніж у культурних рослин.

Збільшення об’ємів застосування добрив повинно супроводжуватись покращенням заходів боротьби з бур’янами. При інтенсивному веденні сільськогосподарського виробництва важливе значення має науково обґрунтоване застосування мінеральних добрив та гербіцидів. Застосування гербіцидів разом із мінеральними добривами у багатьох випадках покращує їх вплив на пригнічення бур’янів. Технологія сумісного використання мінеральних добрив та гербіцидів залежить від їх властивостей та оптимальних термінів внесення.

Висока ефективність добрив, як агрономічна так і економічна, досягається тільки з допомогою грамотного, науково обґрунтованого їх застосування з урахуванням ґрунтових, кліматичних, агротехнічних умов та біологічних особливостей культури. Для цього у хазяйстві створюється система застосування добрив та щорічний план їх внесення. Така розробка потребує високого рівня спеціальних знань і повинна здійснюватись спеціалістом агрономом-агрохіміком.



fppt.com

2.Економічна ефективність та її показники

Ефективність застосування добрив визначають за даними аналізу фактичної окупності (оплати) використання їх.

Аналіз економічної ефективності застосування добрив проводять по роках і в середньому за кілька років з урахуванням фактичної і нормативної оплати добрив урожаєм. Фактичну економічну ефективність добрив визначають для кожної культури, оцінюючи приріст врожаю за поточними цінами. Це дає змогу виявити доцільність вкладень в отриманий від добрив приріст.

Найпростішим способом визначення ефективності добрив є порівняння затрат поживних речовин добрив на приріст одиниці врожаю з нормативною оплатою. Менша від нормативної оплата приросту врожаю свідчить про низьку економічну ефективність застосування добрив і вимагає перегляду системи і технології застосування добрив, підвищення культури землеробства.

Приріст урожайності (Уп) від добрив (У) обчислюють за формулою

$$\mathbf{Уп = У \cdot Д},$$

де У — урожайність культури, ц/га;

Д — урожайність за рахунок добрив.

fppt.com

Визначають агрохімічну, економічну і екологічну ефективність застосування добрив. ***Агрохімічна*** ефективність показує, який приріст одиниці урожаю отриманий від застосування одиниці добрива і його відповідність нормативним затратам. Менший від нормативної оплати приріст врожаю свідчить про низьку агрохімічну ефективність застосування добрив і вимагає перегляду системи і технології застосування добрив, підвищення культури землеробства. Агрохімічна ефективність не враховує затрат на застосування добрив і вартість робіт.

Фактичну ***економічну*** ефективність добрив визначають для кожної культури, оцінюючі затрати і приріст врожаю за існуючими цінами. Це дає змогу встановити доцільність затрат ресурсів на отримання приросту від застосування добрив.

Частку в урожайності за рахунок добрив розраховують за формулою

$$Д = Уп / (Уд \cdot 100),$$

де Уп і Уд — відповідно приріст і врожайність у дослідах з добривами, ц/га.

Зменшення надходження у сільськогосподарське виробництво агроресурсів приводить до зниження врожайності і посилення деградаційних процесів.

Екологічна функція агрохімії полягає у посиленні оптимального колообігу біогенних елементів у землеробстві з активним їх балансом в агроекосистемі, у покращанні фізико — хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту, оптимізації умов живлення, зниженні негативних наслідків локального і глобального забруднення, створенні нових аграрних типів ландшафтів, покращанні хімічного складу продукції.

fppt.com

3.Агрохімічне обслуговування. Агрохімсервіс

Концепція розвитку агрохімічного обслуговування ґрунтується на зацікавленості держави у підвищенні продуктивності землеробства і тваринництва, задоволенні потреб населення в продуктах споживання, а промисловості в сировині, створенні розгалуженої мережі підприємств, вільному виборі виконавців, які надійно і ефективно використовують землю і засоби хімізації. Контроль за наслідками їх екологічної та економічної діяльності здійснюється державою.

Агрохімічне обслуговування передбачає виконання робіт пов'язаних з застосуванням засобів хімізації, створення матеріально-технічної бази (склади, машини і механізми), добуванням і виробництвом місцевих добрив, впровадження в практику досягнень науки і передового досвіду з питань збереження і підвищенням родючості земель.

Науково-обґрунтована система ведення господарства спрямована на створення оптимальних умов вирощування культур, підвищення родючості ґрунту. Підвищення потенціальних можливостей землі неможливе без значних затрат праці. Продуктивність землі залежить від технологічних (добрива та інші засоби хімізації), технічних і організаційних засобів виробництва.

До агрохімічного обслуговування належить комплекс заходів і послуг, які забезпечують сільськогосподарських товаровиробників добривами, пестицидами, меліорантами, технікою і технологіями для їх застосування. До агрохімічних робіт відносять наукові, розвідувальні, проектні, лабораторні роботи, застосування добрив, пестицидів, меліорантів, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції рослинництва.

fppt.com

Рівень застосування місцевих і мінеральних добрив, виробництво товарної продукції визначає виробничу діяльність формувань **«Сільгоспхімія»**. Агрохімічне обслуговування товаровиробника здійснюють районні формування «Сільгоспхімія». Виробничою базою їх є склади для зберігання мінеральних добрив і пестицидів, машини і механізми для транспортування, навантаження і розвантаження добрив, підготовки до внесення, змішування і внесення. Підрозділи «Сільгоспхімія» задовольняють потребу товаровиробника сільськогосподарської продукції у засобах хімізації. Їх виробнича база дає змогу добувати торф і сапропель, виробляти та вносити гній і компости, вапнякові матеріали, гіпс, пестициди.

Діяльність комерційних структур неможлива без об'єднання і координації з підприємствами виробниками засобів хімізації. Базовою виробничою основою об'єднань «Сільгоспхімія» є районні формування.

Завданням сервісного обслуговування господарств на рівні району є:

- вивчення попиту на засоби хімізації, машини і механізми для їх підготовки до винесення і внесення, їх рекламування;
- організація задоволення попиту господарств на засоби хімізації і техніки у встановлені строки;
- надання виробничих послуг з використання засобів хімізації у визначених обсягах і строках;
- надання виробничих послуг технічного обслуговування техніки і навчання обслуговуючого персоналу;
- організація сервісного обслуговування.

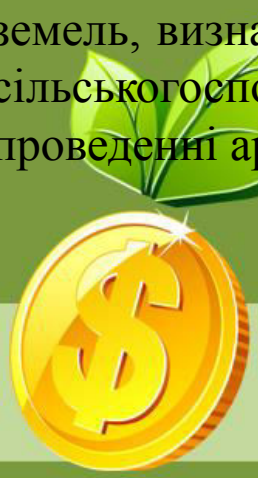
fppt.com

Обслуговування передбачає завезення засобів хімізації товаровиробнику, зберігання і їх внесення, забезпечення його машинами і агрегатами, їх обслуговування. Сфера сервісного обслуговування значно розширюється за рахунок робіт з добування і заготівлі сапропелю, торфу, виробництва органічних добрив, розробки вапняків і гіпсовмісних матеріалів, застосування біологічно активних речовин.

Агрохімічне обслуговування господарств району здійснюють районні формування «Сільгоспхімія». До їхньої виробничої бази належать склади для зберігання добрив, пестицидів, консервантів, кормових добавок, комплекс машин для підготовки та внесення добрив і пестицидів, транспортні засоби, майстерні.

Забезпечення господарств рекомендаціями, добривами, пестицидами, їх застосування здійснюється також різними фірмами, товариствами та організаціями. Проте вони, як правило, не виконують основних завдань і функцій державної агрохімічної служби.

Основні функції державних підприємств агрохімічного сервісу полягають у здійсненні аналітичного контролю за агрохімічним,екологічним і фізико-хімічним станом ґрунтів, їх родючістю, проведенні ґрунтового моніторингу сільськогосподарських угідь, паспортизації земель, визначенні складу кормів і засобів хімізації, складанні рекомендацій використання сільськогосподарських угідь і засобів хімізації, визначенні потреби у засобах хімізації, проведенні арбітражних аналізів державного контролю за застосуванням засобів хімізації.



fppt.com

Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів на основі результатів агрохімічних досліджень земель і розробок науково-дослідних і проектних установ видають рекомендації застосування засобів хімізації, здійснюють державний контроль за їх ефективним використанням.

Результатами роботи державних обласних проектно-технологічних центрів охорони родючості ґрунтів і якості продукції і науково-дослідних установ є наукове забезпечення сервісного обслуговування виробника сільськогосподарської продукції та сировини. Організації агрохімічного обслуговування **(«Укрсільгоспхімія», «Агрохімцентр»**, пункти хімізації господарств, обласні і районні формування «Сільгоспхімія», посередники) здійснюють забезпечення господарств засобами хімізації, виконують роботи, пов’язані з їх використанням.

fppt.com

Пункт хімізації господарства створюється для агрохімічного забезпечення і обслуговування, підвищення родючості ґрунтів, застосування добрив і пестицидів з урахуванням охорони довкілля. Пункти хімізації господарств мають склади для зберігання твердих і рідких добрив, пестицидів, місткості для виготовлення розчинів, машини і механізми для змішування, транспортування і внесення добрив, ваги, накриття для техніки, агрохімічну лабораторію, побутові приміщення. На пунктах хімізації застосовують переважно прямоточну технологію внесення добрив, пестицидів. У них повинні бути створені умови для використання великогабаритної техніки для транспортування, розвантаження, навантаження, просіювання і змішування добрив, протруювання насіння. В умовах конкретного господарства достатня кількість тракторів, машин і механізмів дає змогу у кращі агротехнічні строки застосовувати добрива, пестициди при основному удобренні, припосівному, підживленні, що сприяє вирощуванню культур за новими технологіями з мінімальними затратами засобів хімізації. Машини і механізми для розтаровування, подрібнення і змішування добрив дозволяють для кожної культури виготовляти змішані добрива із заданими співвідношеннями і вмістом поживних речовин. Вузол для приготування розчинів дає змогу використовувати мінеральні добрива, які через погані фізичні властивості не можна внести розкидачами добрив.

fppt.com

Пункт хімізації господарства виконує весь обсяг робіт, пов’язаних з використанням добрив, пестицидів, виробництвом органічних добрив, агрохімічним дослідженням ґрунтів, обробкою посівного матеріалу, оцінкою якості продукції, аналізом ефективності застосування засобів хімізації, впровадження нових технологій вирощування культур. Досвід роботи пунктів хімізації господарств свідчить про те, що їх створення сприяє підвищенню оплати одиниці добрива продукцією та продуктивності праці, економічному й екологічному обґрунтуванню застосування пестицидів, отриманню біологічно повноцінної продукції, освоєнню сучасних технологій.

Дотримання технології зберігання і застосування засобів хімізації сприяє високій продуктивності праці, дотриманню вимог своєчасного застосування добрив і пестицидів, підвищенню родючості ґрунтів, збереженню довкілля. Агрохімічні лабораторії при пунктах хімізації мають виконувати прості аналізи, проводити рослинну і ґрунтову діагностику. Разом з державними обласними проектно-технологічними центрами охорони родючості ґрунтів і якості продукції ПХ приймають участь у проведенні агрохімічних досліджень земель господарства, встановлюють норми добрив і пестицидів для конкретного поля і культури з урахуванням погодних умов, стану росту і розвитку рослин та інших факторів. Вони здійснюють контроль за дотриманням технології використання засобів хімізації, проводять вивчення ефективності елементів технології вирощування культур, вивчають можливість застосовування у конкретних умовах досягнень науки і передового досвіду, дають агрохімічну, екологічну й економічну оцінку ефективності застосування засобів хімізації, нових сортів і гібридів, агротехнічних прийомів обробітку ґрунту і вирощування культур, заходів збереження і підвищення родючості ґрунтів, допомагають фермерським та іншим господарствам проводити роботи із сертифікації сільськогосподарської продукції.

fppt.com

Агрохімічні лабораторії ПХ визначають якість сільськогосподарської продукції, кормів у період їх заготівлі та підготовки до використання, потребу господарства у добривах, пестицидах та інших засобах хімізації. Використовуючи дані агрохімічних досліджень, встановлюють інтенсивність кругообігу елементів живлення в землеробстві, напрямки й інтенсивність деградаційних процесів, наслідки негативних явищ локального і глобального забруднення важкими металами, токсичними речовинами, радіонуклідами, розробляють нові елементи технологій збереження і підвищення родючості ґрунтів, створюють нові типи агроландшафтів за рахунок використання засобів хімізації, досягнень науки і практики, які здатні підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва з метою забезпечення населення якісною продукцією, а промисловість сировиною.

Пункт хімізації є значною мірою місцем забруднення довкілля. Забруднення відбувається за рахунок звітрювання добрив і пестицидів, втрат у процесі їх транспортування, змішування, обробки насіння, змиву пилу і просочування в нижні горизонти ґрунту.

В місцях роботи із засобами хімізації мають бути створені умови для безпечної праці, які відповідають чинному законодавству про працю, а також інструкціям і правилам техніки безпеки, санітарним правилам зберігання, транспортування і застосування добрив та пестицидів. Необґрунтоване застосування засобів хімізації призводить до забруднення ними ґрунтів, води, продуктів сільськогосподарського виробництва. Рівень забруднення ґрунтів залежить від складу, кількості і технології застосування добрив та пестицидів, надходження їх з рослинними рештками, поверхневими стоками. Нагромадження залишкових кількостей засобів хімізації у ґрунті і шляхи їх міграції залежать від багатьох факторів (властивостей добрив, пестицидів і ґрунту), а також від агротехнічних заходів.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com

ЛЕКЦІЯ № 21

ТЕМА: "ЕКОЛГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ФУНКЦІЇ АГРОХІМІЇ"

fppt.com

ЛІТЕРАТУРА

1. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / За ред. В.П. Гудзя.2 видання. – К.:Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.

2. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Є.Г. Дегодюка – К.: Урожай, 1992. –317 с.

3. Ситник В. П. та ін. Вдосконалення економічного механізму в АПК. — К.: Урожай, 1989. — 184 с.

4. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку (1990–2000) / За ред. П. Г. Саблука, М. Я. Кропивка. — К.: ІАЕ УААН, 1999. — 252 с.

fppt.com

ПЛАН

1. Екологія застосування мінеральних добрив.

2. Вплив добрив на літосферу. Заходи для зменшення токсичності і надходження в грунт важких металів.

3. Вплив добрив на гідросферу та атмосферу.

4. Вплив добрив на флору і фауну.

fppt.com

1.Екологія застосування мінеральних добрив

На сільськогосподарських полях з урожаєм щорічно вивозиться не просто фітомаса тих частин рослин, які використовуються як урожай (плоди, насіння, коренеплоди і т. п.), але й ті мінеральні речовини, що входять у цю фітомасу. Тому орні землі поступово стають дедалі менш і менш родючими. Дефіцит біогенних мінеральних елементів у ґрунтах покривається тільки за рахунок мінеральних добрив.

Фізіологічний критерій у використанні мінеральних добрив базується на трьох простих принципах:

1. Дози мінеральних добрив мають бути не більшими і не меншими, ніж винесення відповідних мінеральних елементів з урожаєм.

2. Система мінеральних добрив повинна враховувати закон затухаючої дії у разі збільшення доз мінеральних добрив, згідно з яким чим вище доза, тим менша надбавка урожаю може бути отримана від неї. Тому правильна доза добрив – ця та найменша доза, яка дозволяє отримати необхідний економічний ефект.

3. Дози мінеральних добрив мають бути узгоджені з реальними площами живлення рослин у посівах, які залежать від норми висівання.

Важливе значення при застосуванні мінеральних елементів має дотримання екологічних правил і принципів. Екологічні нормативи на застосування мінеральних добрив орієнтовані на недопущення:

а) винесення добрив, які були використані, поза межі агроекосистеми;

б) наявності у врожаї залишкових кількостей мінеральних елементів, не включених у метаболізм.

Останнє особливо стосується нітратів, залишкові кількості яких у зерні, бульбо- і коренеплодах й іншій продукції токсичні для людини і для сільськогосподарських тварин.

fppt.com

Використовуючи мінеральні добрива, з екологічної точки зору необхідно враховувати їхню поведінку в ґрунті і особливості акумуляції в рослинах. Для різних мінеральних добрив ця поведінка специфічна.

Амонійний нітроген непогано адсорбується ґрунтовим поглинальним комплексом, мало вимивається з орного шару ґрунту. Під озимі амонійні добрива можна використовувати навіть з осені. На відміну від цього нітратний нітроген ґрунтовим поглинальним комплексом майже не утримується і, не будучи засвоєним рослинами, легко вимивається в глибокі шари ґрунту, надходить у ґрунтові води, а з них – у колодязі і водоймища, різко знижуючи якість природних прісних вод. Вважається, що за сучасних технологій близько 20% нітратів з азотних добрив, минаючи посів, надходять прямо у водоймища. Тому нітратні добрива слід застосовувати в малих дозах і використовувати здебільшого для підживлення, та вносити їх до рядків або гнізд. Особливо важливо дотримуватися цих правил на ґрунтах легкого механічного складу. Надлишок нітратів призводить до їхнього накопичення у рослинах і суттєвого зниження якості продукції, оскільки вільні нітрати токсичні і у людини викликають серйозні порушення діяльності шлунково-кишкового тракту. Для запобігання накопиченню в ґрунтах надлишку нітратів доцільно вводити в сівозміни такі культури, як озимий рапс, гірчиця, редька маслянистa. Вони добре звільняють ґрунти від надлишку нітратів.

fppt.com

Значного зниження доз азотних добрив можна досягти, включаючи в сівозміни бобові культури, які за рахунок азотфіксації бульбочковими бактеріями істотно поповнюють в ґрунті фонд доступного нітрогену. При вирощуванні бобових корисно використовувати бактеріальне добриво – нітрагін. Його частіше використовують для інокуляції насіння з метою стимулювання розвитку бульбочок вже на ранніх етапах росту бобових культур. Під дією нітрагіну врожайність бобових підвищується на 5–20%. Існує і препарат азотобактерин, який стимулює розвиток в ґрунті вільноживучих азотфіксаторів. На ринку є велика кількість препаратів такого типу.

Використовуючи фосфорні добрива слід враховувати, що фосфор майже не вимивається з ґрунтів і виноситься з ріллі тільки за вітрової ерозії. Щоправда, у цьому разі втрати фосфору можуть бути дуже значними, а осідаючи з пилом у водоймища, фосфор стає однією з причин Їхньої евтрофікації.

Калій за своєю поведінкою у ґрунті подібний до нітратів. Калійні добрива легко розчинні і можуть швидко вимиватися з ґрунтового профілю.

Завжди мають переваги гранульовані і легкорозчинні форми мінеральних добрив, але, що природно, ринкова вартість їх вища.

fppt.com

При внесенні мінеральних добрив до ґрунту потрапляють різні домішки, склад яких залежить від сировини, яка використовувалась на заводах для їхнього виробництва, і від технології виробництва. Так, з фосфорними добривами у ґрунт потрапляє деяка кількість радіоактивних ізотопів урану, торію й інших елементів, небезпека яких для природного середовища і здоров'я людини очевидна. Інші мінеральні добрива можуть містити підвищені кількості фтору, хлору, сірки й інших речовин, що несприятливо позначаються на хіміко-фізичних властивостях ґрунту. Так, одна тонна подвійного суперфосфату містить у середньому 80 кг фтору, а у простому суперфосфаті його знаходиться 122 кг. Надходження такої кількості фтору надзвичайно небезпечне для здоров'я людини, сільськогосподарських тварин, та і для всієї системи харчових ланцюгів у природі.

Застосування мінеральних добрив неминуче позначається на якості продуктів харчування, змінює їхні властивості і засвоюваність. Особливо в цьому плані небезпечні нітрати та ті домішки, які містять заводські мінеральні добрива.

Додатковим джерелом мінеральних речовин для рослин є органічні добрива. Основними їх видами є гній, пташиний послід, торф, сидерати. Сидерати – це культивовані на полі рослини, які в зеленому стані заорюють прямо в ґрунт. Як сидерати використовують широкий набір культур: бобові трави, олійну редьку, рапс та ін. Сидерати не забезпечують повернення на поля винесених з урожаєм мінеральних речовин, але вони підвищують загальну родючість ґрунту завдяки його збагаченню органікою.

fppt.com

Внесення добрив може бути негативним екологічним фактором, який погіршує санітарний стан, агрофізичні, біологічні і агрохімічні властивості ґрунту, забруднює поверхневі і ґрунтові води, атмосферу, материнську породу ґрунту. Велика кількість добрив, які вносять на полях, порушує природний цикл кругообігу поживних природних речовин не лише на полі, а й у біосфері. Особливо негативним є внесення високих доз мінеральних добрив "про запас". Так, внесення великої кількості суперфосфату призводить до накопичення в ґрунті баластних речовин, шкідливих для рослин і ґрунту (важких металів, радіоактивних елементів, фтору, хлору та ін.). При внесенні лише мінеральних добрив значно підкислюються на тільки малородючі, а й високобуферні чорноземні ґрунти. У сівозмінах, в яких вирощують багаторічні трави, бобові, післяжнивні і сидеральні культури, вносять достатню кількість органічних добрив, не спостерігається руйнівна дія мінеральних добрив на мікробний ценоз, прискорюються процеси мінералізації органічної речовини, підвищується кислотність ґрунту.

Велике значення для зменшення негативної дії мінеральних добрив має застосування низькобаластних мінеральних добрив з підвищеним вмістом діючої речовини, наприклад знефторених фосфатів, які не створюють загрози накопичення в ґрунті токсичних речовин і не підвищують концентрації солей в ґрунтовому розчині.

Дуже важливим є постійний мікробіологічний і агрохімічний контроль за санітарним станом ґрунту, вмістом різних токсикантів, залишків пестицидів і ретардантів у ґрунті й у рослинній продукції.

fppt.com

Оптимальні норми органічних добрив (12-14 т/га) в сівозміні забезпечують рівномірне живлення рослин, поліпшують його структуру та біологічну активність, збільшують вміст у ньому гумусу. Однак надмірна кількість органічних добрив (понад 20 т/га ріллі) може і зашкодити, особливо, якщо гній не знезаражений. Це несприятливо вплине на санітарний стан ґрунту, якість продукції. Гній може містити важкі метали, радіонукліди (особливо в місцях часткового ураження території після аварії на Чорнобильській АЕС). Тому треба здійснювати суворий агрохімічний і радіологічний контроль перед внесенням гною. Не слід вносити свіжий гній, бо в ньому багато насіння бур'янів (бурти гною в полі треба вкривати не землею, а солом'яною січкою).

Обов’язкова умова інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур – раціональне використання агротехнічних прийомів в оптимальні строки відповідно до біологічних вимог рослин. Інтенсивна технологія передбачає підвищення родючості ґрунтів, чергування культур у сівозмінах, впровадження і вирощування високоврожайних сортів, придатних для механізованого збирання, застосування науково обґрунтованих норм мінеральних добрив.

Розвиток сільського господарства на сьогоднішній день неможливий без використання мінеральних добрив, які дозволять підвищити родючість ґрунтів, збільшити врожайність, підвищити якість сільськогосподарської продукції.

Саме за рахунок використання мінеральних добрив забезпечується приріст врожаю на 50 %.

Тому повна відмова від використання мінеральних добрив, що іноді пропонують у якості одного з можливих шляхів розвитку сільського господарства, призведе до катастрофічного скорочення виробництва продовольства.

Але недотримання науково обґрунтованих заходів під час застосування добрив, недосконаліть способів їх використання може призвести до негативного впливу мінеральних добрив на окремі компоненти біосфери, на стан навколишнього природного середовища та на людину

fppt.com

При внесенні мінеральних добрив під кожну культуру необхідно враховувати гранично допустимі концентрації хімічних елементів у ґрунті.

Агрохімічні методи — вапнування і внесення органічних добрив — істотно знижують можливість попадання металів в рослини. Завдяки вапнуванню вдається в кілька разів зменшити вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, вирощуваних на забруднених ґрунтах. Вапно є найкращим засобом для захисту рослин, на ґрунтах, забруднених кадмієм.

Правильний вибір доз, термінів і способів внесення добрив, співвідношення поживних елементів не тільки забезпечить отримання високого врожаю, але й дозволить виключити забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, а також підтримувати природну родючість ґрунтів на необхідному рівні.

Виробництво мінеральних добрив у найближчому майбутньому повинне бути орієнтоване на їх попереднє очищення. Це може істотно підвищити вартість добрив, однак знизиться захворюваність і збільшаться тривалість життя і працездатність населення. Доцільним є і введення еколого-гігієнічних нормативів якості мінеральних добрив.

fppt.com

Для поліпшення стану навколишнього середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив пропонується:

- удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, шляхом зменшення нерівномірності розсіювання добрив. Для вирішення даної проблеми господарству пропонується використовувати машини нового типу, що забезпечують поверхневе внесення мінеральних добрив з нерівномірністю не більше 15 %, а також високопродуктивні машини локального способу внесення основних форм мінеральних добрив;
- для вирішення проблеми втрати та накопичення в ґрунті азоту пропонується застосовувати азотні добрива в амонійній і амідній формах, та наближувати строки їх внесення до сівби культури , або до фаз найбільшого споживання азоту рослинами.
- для зменшення забруднення місцевих річок поверхневими стоками з полів господарству пропонується скоротити строки зберігання добрив на полях, спорудити спеціальні майданчики для тимчасового зберігання мінеральних добрив в польових умовах, заборонити внесення добрив по сніговому покриву, створити лісосмуги, що будуть затримувати поверхневий стік з полів;
- для зменшення втрати мінеральних добрив забезпечити належні умови їх зберігання в відповідних приміщеннях та не зберігати мінеральні добрива на відкритому просторі;
- використовувати тільки екологічно безпечні висококонцентровані добрива, які не містять важких металів та інших токсичних елементів, відповідають вимогам оптимізації рослин із врахуванням їх біологічних властивостей, тобто, які включають макро- і мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації та інші речовини;

fppt.com

- удосконалити технології застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників. Для вирішення даної задачі господарству пропонується організувати інтегровану систему захисту рослин, що включає агротехнічні,біохімічні і хімічні методи боротьби з шкідниками. Хімічні методи захисту рослин господарству слід використовувати лише тоді, коли заселення шкідників перевищує гранично допустимі норми і ліквідувати небезпеку для рослин агротехнічними та біологічними методами уже неможливо. При цьому також пропонується проводити вибіркову обробку посівів з підвищеною кількістю шкідників;
- удосконалити існуючі технології застосування хімічних засобів захисту рослин від бур'янів. Для вирішення даної задачі господарству пропонується організувати інтегровану систему захисту рослин, що включає агротехнічні, біохімічні і хімічні методи боротьби з бур'янами. *При цьому необхідно суворо дотримуватися встановлених науковими установами норм хімічних засобів захисту рослин.*

В сільському господарстві поряд з підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідним є впровадження природоохоронних ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води та повітря.

Отже, для поліпшення стану навколишнього природного середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив необхідно дотримуватися технологій внесення добрив, а також удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, видержувати науково обґрунтовані співвідношення внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури.

fppt.com

2.Вплив добрив на літосферу. Заходи для зменшення токсичності і надходження в грунт важких металів

Важливими частинами літосфери, що визначають життєдіяльність і продуктивність біоценозу, є грунт і підстилаючи його материнська порода. ***Грунт*** – основний засіб виробництва продуктів харчування людини і корму для тварин, а також один із основних природних ресурсів Землі. Тому збереження і примноження його родючості – життєво важливе завдання людства.

Грунт має ***самоочищувальну здатність (СЗГ)***, яка виявляється в опорі зміні реакції і складу ґрунтового розчину, в розкладанні чи зв'язуванні токсичних речовин на малорухомі нерозчинні нетоксичні сполуки. СЗГ є функцією складу, властивостей і динаміки біоценозу ґрунту та його абіотичної частини, зокрема ґрунтово вбирного комплексу. СЗГ тим вища, чим вища родючість ґрунту. Проте, незважаючи на наявність СЗГ, можлива і *негативна дія добрив на грунт*, яка виникає, як правило, за високого рівня насиченості ґрунту мінеральними добривами та безпідстилковим гноєм, а також за поганих умов їх зберігання і непрофесійного використання.

Такий вплив може виявлятись у вигляді:

- порушення оптимального співвідношення елементів живлення,
- нагромадження нітратного і нітратного азоту, важких металів і радіоактивних речовин,
- у зниженні вмісту гумусу, ущільненні, засоленні, підкисленні, появі інших небажаних змін складу та властивостей ґрунту.

fppt.com

З усіх видів мінеральних добив ***азотні***, *крім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітр*, за дією на грунт є найагресивнішими. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу у грунт виділяється кислота. Надалі за абіотичного і біологічного вбирання амонію, а також за нітрифікації цей процес підсилюється. Встановлено, що для нейтралізації кислотності азотних добрив необхідно на 1 ц фізичної маси добрива вносити від 0,5 до 1,5 ц карбонату кальцію. Отже, 1 кг азотних добрив зумовлює дія на грунт, яка рівнозначна дії 0,5-1,5 кг концентрованої сірчаної кислоти. Виділена кислота, та меншою мірою залишковий амоній добрив зумовлюють декальцинацію, дегуміфікацію і, як наслідок, деструктуризацію та загальне погіршення агрофізичних властивостей ґрунту.

Особливо руйнівним для родючості ґрунту є внесення аміаку водного технічного та аміаку рідкого синтетичного. У місцях підвищеної концентрації аміаку створюються локальні осередки, pH ґрунтового розчину яких становить близько 9 і більше. В цих осередках гумус розчиняється і "тече", гинуть мікро- та мезофауна і флора, відбувається декальцинація, дегуміфікація, деструктуризація, що призводить до погіршення агрофізичних та агробіологічних властивостей ґрунту.

fppt.com

Для максимально можливого зменшення руйнівної дії азотних добрив на грунт необхідно:

- суворо дотримуватись науково-обгрунтованих норм, строків, способів і форм внесення добрив,
- максимально наблизити строки внесення добрив до періоду інтенсивного поглинання азоту рослинами,
- здійснювати (якомога частіше) контроль за вмістом азоту в ґрунті та рослині, за pH ґрунтового розчину і проводити відповідні коригування до норм та строків внесення азотних добрив і вапна,
- вносити водний технічний аміак та аміак рідкий в дозах не більш як 120-150 кг/га азоту,
- забезпечувати якомога вищу рівномірність внесення азотних добрив,
- збільшувати надходження в грунт свіжих органічних речовин, бідних на азот, і насамперед, кореневих та пожнивних решток.

Калійні добрива також погіршують агрофізичні властивості ґрунту в результаті декальцинації, дегуміфікації, деструктуризації та засолення ґрунту, проте їх дія набагато слабша за дію азотних.

Фосфорні добрива не мають істотного руйнівного впливу на родючість ґрунту. Є окремі відомості про негативний вплив вільної фосфорної кислоти суперфосфатів і деструктуруючої дії полі фосфатів РКД, проте більшість експериментальних даних цього не підтверджують. Як правило, негативну дію фосфорних добрив на родючість ґрунту поєднують зі зв'язуванням аніонами фосфорної кислоти, іонів цинку та міді в недоступний для рослин стан.

Радикальних агротехнічних заходів для зменшення надходження в грунт ***важких металів і токсичних іонів*** практично не існує, оскільки надходження їх пов'язане насамперед із загальним станом у країні охорони навколишнього середовища. Проте, контролюючи вміст важких металів у ґрунті, добривах і меліорантах, можна частково запобігти його зростанню в даному місці педосфери відповідними агротехнічними заходами, наприклад, регламентуючи форми, строки, способи і норми внесення добрив та меліорантів.

fppt.com

Токсичність важких металів, яка активно виявляється на легких, бідних на гумус ґрунтах з кислою реакцією середовища, може бути істотно зменшена або усунута в результаті проведення таких агротехнічних заходів.

- Внесення флоталю ($H_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) або глоталю ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot CaSO_4$), які витісняють важкі метали, з наступним їх вимиванням у нижчі шари ґрунту.
- Вирощування толерантних рослин, які поглинають велику кількість важких металів, з наступним вивезенням біомаси з поля і її знищення.
- Глинування легких ґрунтів для зменшення рухомості і включення в біотичний колообіг важких металів, оскільки глинисті мінерали їх інтенсивно поглинають.
- Застосування органічних речовин – сорбентів важких металів, з якими вони утворюють різної міцності органо-мінеральні комплекси. Тому внесення органічних добрив є одним з ефективних методів боротьби з активністю важких металів і їх вбиранням рослинами.
- Вапнування ґрунтів різко зменшу рухомість і біологічне поглинання важких металів, оскільки гідроксиди важких металів – не розчинні у воді сполуки.
- Зняття та видалення верхнього забрудненого шару ґрунту або проведення глибокої плантажної оранки.
- Вирощування технічних культур, насінників і (в крайньому разі) зернових культур.

fppt.com

3.Вплив добрив на гідросферу та атмосферу

Речовини за впливом на гідросферу умовно поділяють на отруйні, забруднювальні та супутні. ***Отруйні*** – це такі речовини, які потрапивши в гідросферу, зумовлюють гостре чи хронічне отруєння живих організмів (пестициди, важкі метали, радіонукліди). ***Забруднювальні речовини*** діють на живі організми опосередковано. Як правило, це поживні речовини, які спричиняють інтенсивний ріст і розвиток деяких організмів (водоростей, бактерій), в результаті чого збільшується використання кисню, вода наче цвіте, інколи виділяється сірководень, згубно діючи на все живе. Таке збагачення водойм поживними речовинами називається ***евтрофікацією***. ***Супутні речовини*** змінюють параметри абіотичних показників водного середовища (температуру, густину, реакцію).

Заходи боротьби із сільськогосподарським забрудненням водоймищ, їх евтрофікацією та цвітінням такі:

- Заборона розорювання прилеглих до берегів річок полів та виведення їх зі складу орних земель.
- Проведення ефективної боротьби з водною і вітровою ерозією ґрунтів, насамперед залісненням ярів та садінням лісосмуг.
- Суворе дотримання науково-обгрунтованих норм, форм, способів і строків внесення добрив. Зокрема для запобігання втратам NPK добрив з талими водами забороняється їх внесення до розмерзання ґрунту і стоку надлишку води з орного шару.
- Для зменшення змиву і міграції NPK по профілю ґрунту слід практикувати ущільнені посіви і вирощування проміжних культур.
- Не допускати скидання в ставки і ріки сміття та неочищених тваринницьких стічних вод.

fppt.com

Пил, дим, гази, пара, туман є шкідливими домішками повітря. Вони забруднюють атмосферу, впливаючи на енергетичний баланс земної поверхні.

У процесі використання добрив відбувається деяке забруднення газами, пилом і погіршення абіотичних показників атмосфери. Проте забруднення атмосфери, спричинене добривами, незначне і становить близько **5-10%** його загальної суми. Безперечно, що основними забрудниками повітря є промисловість (70-80%) і транспорт (15-20%).

Значне забруднення атмосфери пилом і газами агрохімікатів спостерігається переважно у разі порушення технології використання добрив (авіа хімічні роботи, хімічна меліорація, внесення водного технічного або рідкого синтетичного аміаку). Тому, використовуючи добрива, слід обов'язково дотримуватися санітарно-гігієнічних норм забруднення робочої зони повітря (ГДК): аміаком – 20 мг/м^3, нітрофоскою – 5, фосфоритним борошном – 5, хлористим калієм – 10 мг/м^3.

Газоподібні втрати азоту добрив становлять 9-50%, в середньому 24%, і залежать від дози та форми азотного добрива, наявності рослинного покриву та органічної речовини, способів зароблення добрива в грунт, реакції середовища, температури і вологості ґрунту та інших факторів. Можливі також значні втрати аміачного азоту в результаті хімічної взаємодії амонійних солей з карбонатами та іншими лужними сполуками ґрунту.

За останніми даними, газоподібні втрати азоту з ґрунту коливаються в межах ***5-60 кг/га (в середньому 15-30 кг/га)***. Наведені дані газоподібних втрат азоту з добрив і з ґрунту становлять не тільки екологічну, а й економічну проблему. За підрахунками, щорічні газоподібні втрати азоту в Україні становлять не менш як 1 млн. т.

Заходи боротьби *з газоподібними втратами азоту та забруднення ними атмосфери зводяться переважно до запобігання процесам нітрифікації та денітрифікації азоту добрив і ґрунту або обмеження їх.*

4.Вплив добрив на флору і фауну

Добрива негативно впливають на флору і фауну внаслідок включення в біотичний колообіг важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів. Крім того, добрива можуть спричинити надлишкове однобічне нагромадження окремих елементів живлення і речовин у рослинах, після споживання яких спостерігаються захворювання людей і тварин.

За ступенем небезпечності для біосфери, яка визначається рівнем летальної дози (ЛД50), значенням ГДК в ґрунті, міграцією та впливом на поживну цінність сільськогосподарської продукції, всі хімічні речовини поділяють на три класи.

Перший клас – високонебезпечні речовини (арсен, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бензопірен).

Другий клас – помірно небезпечні речовини (бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, стибій, хром).

Третій клас – малонебезпечні речовини (барій, ванадій, вольфрам, манган, стронцій, ацетофенон).

Більшість важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів, що через рослини включаються в біотичний колообіг, негативно впливають і на розвиток самих рослин. Вони:

- знижують проникність мембран, спричинюючи навіть їх розривання,
- інактивують ферменти,
- зумовлюють денатурацію білків та деструкцію асиміляційного апарату,
- знижують імунітет рослин проти хвороб і шкідників,
- заміщують біофільні елементи в структурах рослин.

Внаслідок цього знижується продуктивність посівів на 10-60%; через неоднакову толерантність різних рослин відбувається видозміна природного фітоценозу, погіршується гігієнічна якість врожаю.

fppt.com

За токсичним впливом на рослини хімічні сполуки поділяють на три класи.

Перший клас – високофітотоксичні, фітотоксичність яких виявляється за вмісту <1 мг/л ґрунтового розчину (Ag^{+}, Be^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}).

Другий клас – помірно фітотоксичні, токсичність яких виявляється за вмісту 1-100 мг/л ґрунтового розчину (AsO_4^{3-}, BO_3^{3-}, Al^{3+}, Ba^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+}).

Третій клас – слабкофітотоксичні, токсичність яких виявляється за концентрації не <1800 мг/л ґрунтового розчину (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, Rb^{+}, Sr^{2+}, Li^{+}, SO^{2-}).

Удосконалення технології застосування добрив повинно поєднуватися з впровадженням нових прогресивних агротехнічних і гідротехнічних заходів. Дотримання науково-обґрунтованих заходів під час застосування добрив, удосконалення способів їх внесення дасть змогу повністю ліквідувати негативну дію добрив на навколишнє середовище.

fppt.com

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!

fppt.com