

Міністерство освіти і науки України
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітній ступінь «Магістр»

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри ботаніки,
генетики та захисту рослин

доцент _____ Павло ВЕРГЕЛЕС

« _____ » _____ 2023 р.

протокол № ____ від _____ 2023 р.

***Вплив позакореневих підживлень на зернову
продуктивність кукурудзи в умовах ПРАТ
«Дружба - ВМ» Тульчин-ського району***

01.01.– КР 197 м 08 12 22. 083

Магістрант - випускник

Олександр МАРУЩАК

Керівник кваліфікаційної роботи,
старший викладач

Ніна РУДСЬКА

Рецензент

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУДЗИ. (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ).....	7
1.1. Агротехнологічні чинники та господарсько-економічні умови збільшення ефективності галузі рослинництва.....	7
1.2. Передумови створення гібридів кукурудзи із поліпшеними показниками якості зерна.....	15
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень.....	22
2.2. Програма та методика проведення досліджень.....	30
2.3. Методика проведення досліджень.....	31
2.4. Агротехнічні заходи в досліджах.....	33
РОЗДІЛ 3. МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИНГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ.....	38
3.1. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одинацями та живлення різними видами позакоренових добрив.....	38
3.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від застосування позакоренового підживлення.....	41
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ.....	46
4.1. Економічна ефективність технології вирощування кукурудзи за позакоренового підживлення посівів.....	46
ВИСНОВКИ.....	50
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52
ДОДАТКИ.....	58

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва однією із головних проблем аграрного сектору економіки України залишається істотне збільшення й стабілізація виробництва продукції рослинництва, зокрема й кукурудзи. За універсальністю використання, високим потенціалом продуктивності кукурудза значно переважає більшість традиційних культур, зокрема зросла також частка використання кукурудзи для виробництва альтернативного біопалива.

Управління реалізацією біологічного потенціалу гібридів кукурудзи, формуванням стабільної урожайності за змінних кліматичних умов вирощування, шляхом вирішення проблеми оптимізації живлення з урахуванням біологічних особливостей гібридів, урожайності, якості зерна є надзвичайно актуальним.

З метою отримання високих та сталих врожаїв кукурудзи важливим є добір гібридів, найбільш адаптованих для умов ґрунтово-кліматичної зони та стійких до стресових чинників. Тільки за комплексного, інноваційного підходу до застосування всіх чинників, необхідних для росту та розвитку рослин, можна отримати високі прибутки від вирощування та зменшити витрати на виробництво. Для вирішення цих актуальних питань були проведені наукові дослідження за темою кваліфікаційної роботи.

Застосування азотних добрив забезпечило отримання найбільшого умовно чистого прибутку гібриду кукурудзи ЕС Конкорд – 16350 тис. грн/га. Рівень рентабельності за внесення аміачної води та карбаміду становив 164%.

Ключові слова: кукурудза, ріст і розвиток, гібрид, позакореневе підживлення, Гумілін Стимул, види азотних добрив, урожайність, зерно, економічна ефективність, технологія вирощування.

ВСТУП

Кукурудза третя в світі за площами вирощування, є стратегічною культурою як для людства в цілому, так і для України зокрема. Використовуючи дану культуру за різними напрямками, необхідно знати її біохімічний склад та потенціал підвищення тих чи інших конкретних показників. Це може бути як корегування фракційного складу білка та крохмалю, так і їх відсотковий вміст у зерні кукурудзи.

Збільшення валового збору кукурудзи у сприятливих природно-кліматичних умовах, без розширення посівних площ за рахунок реалізації біологічного потенціалу сучасних сортів та гібридів за останніх тенденцій зміни клімату – одне із головних завдань галузі рослинництва. Виконання його можливе через впровадження ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі удосконалення існуючих та розроблення нових агротехнічних заходів спрямованих на раціональне використання природно-ресурсного потенціалу України.

Внаслідок багаточисельних досліджень кукурудзи було доведено, що її потенційно можлива урожайність становить близько 22 т/га, тимчасом як середня урожайність в Україні останніми роками дещо більша 7 т/га. Саме тому постає питання: яка причина такої значної різниці? Відповідь – у вивченні технологій вирощування культури в конкретних господарствах. Надважливий їх ретельний аналіз та розробка заходів вдосконалення поетапно, як основний шлях. Так у підсумку матимемо значно вищу врожайність.

Ключова роль у визначенні обсягів і видів мінеральних добрив для кукурудзи належить ступеню інтенсивності технологій вирощування культури. Як відомо, гібриди інтенсивного типу рекомендовано висівати після кращих попередників, оскільки вони краще реагують на підвищений фон мінерального живлення, формуючи більший урожай. Відповідно, економічна ефективність вирощування таких гібридів значно вища, навіть

попри більші витрати на мінеральне живлення. Вчені вважають, що гібриди адаптивного типу можна висівати після гірших попередників з огляду на те, що вони стійкіші до стресових факторів. Але фермери здебільшого не покладають надії на надвисоку врожайність у разі вирощування адаптивних гібридів. Адже навіть ті потребують певного мінімального збалансованого фону живлення. І це, своєю чергою, висуває жорсткі вимоги до оптимізації живлення кукурудзи в технологіях вирощування. Тому це стало передумовою вибору теми дисертаційної роботи та розробки завдань для її реалізації.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень визначено такі задачі:

- встановити: 1) тривалість вегетаційного та міжфазних періодів росту та розвитку рослин кукурудзи, дати настання фенологічних фаз; 2) специфічність формування лінійного росту рослин, залежно від виду азотних добрив та позакорневих підживлень;
- обґрунтувати особливості росту й розвитку рослин гібрида кукурудзи ЕС Конкорд, залежно від виду азотних добрив та позакорневих підживлень посівів і особливостей погодних умов років досліджень;
- визначити вплив виду мінеральних азотних добрив та встановити фенологічну фазу і кратність позакорневих підживлень посівів кукурудзи добривом Гумілін Стимул на формування урожайності, елементів структури врожаю, кукурудзи;
- оцінити економічну ефективність технології вирощування кукурудзи, залежно від позакорневих підживлень.

РОЗДІЛ 1
НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
КУКУРУДЗИ
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1. Агротехнологічні чинники та господарсько-економічні умови збільшення ефективності галузі рослинництва

За останні десятиріччя, на фоні зростання матеріально-технічного забезпечення агровиробників, загальна структура аграрного виробництва істотно змінилась з орієнтацією і концентрацією вирощування соняшника з 1,3 до 6,4 млн. га, сої з 0,2 до 1,8 млн. га, кукурудзи з 1,1 до 5,4 млн. га, через що вдосконалення і розроблення технологій вирощування культур для певних ґрунтово-кліматичних умов стало вкрай необхідно. Разом з цим, в сучасних умовах, завдання збільшення продуктивності і стійкості агрофітоценозів, а разом з ними і збереження родючості ґрунту, повинні вирішуватися комплексно, в рамках адаптивно-ландшафтних систем землеробства, які, поряд з відтворенням родючості і захистом ґрунтів від ерозії і деградації, забезпечують збереження агроландшафтів і екологічну чистоту довкілля людини [16].

Поряд з руйнуванням агрегатів, розвитком ерозійних процесів під впливом інтенсивних механічних обробок, деградацією хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту під впливом фізіологічно кислих мінеральних добрив однією з головних причин дегуміфікації орних ґрунтів є недостатнє надходження рослинного матеріалу, велика частина якого відчужується з урожаєм основної та побічної продукції [17].

Органічна речовина ґрунтів, як і родючість в цілому, є відтворюваною якістю. Найважливіше завдання полягає в знаходженні реальних шляхів покращення гумусового стану або підтримання його на заданому рівні, що вимагає пошуку додаткових джерел органічних речовин і шляхів оптимізації їх трансформації в умовах агроєкосистем [8, 18, 36, 40].

Обсяги післяжнивних рослинних решток польових культур в Україні становлять понад 80 млн. т за рік, а в окремі роки – до 100 млн. тонн. Основна частина цієї продукції – 45-50 млн. т – це солома зернових колосових і зернобобових культур.

У світовій практиці солома і рослинні рештки сільськогосподарських культур використовують для різних потреб, переважно: у рослинництві – для підтримання та відтворення родючості ґрунтів; у тваринництві – як підстилку та доповнення до грубих кормів; у теплоенергетиці – як енергоносії для виробництва теплової енергії, як сировину для виробництва спирту, оцту, ацетону, кормових дріжджів, лігніну, целюлози, пакувального паперу і тари. У менших обсягах солому використовують для виготовлення субстрату під час вирощування грибів, у декоративно-прикладному мистецтві та ін. [18].

Кожен із перерахованих напрямів використання побічної продукції землеробства має свої переваги й недоліки, своїх прихильників і опонентів. Більшість учених, особливо ґрунтознавців і землеробів, вважають, що використовувати солому й рослинні рештки треба в основному для підтримання та відтворення родючості ґрунтів. Ряд учених і спеціалістів, враховуючи проблеми з вуглеводневими енергоносіями, вважають, що солома є перспективним джерелом енергії і її варто активніше використовувати для виробництва теплової енергії. Є думки і поміркованих науковців щодо використання соломи у тваринництві. На користь кожної із цих позицій їхні прихильники наводять вагомі аргументи, і виробникові часом нелегко пристати на ту чи іншу [21, 25].

Всі розуміють, що поряд з позитивними якостями використання рослинних залишків є і деякі особливості, пов'язані з вирощуванням наступних у сівозміні сільськогосподарських культур.

При наявності великої кількості рослинних залишків (проекційне покриття поверхні ґрунту - більше 50%) прогрівання верхнього шару ґрунту у весняний період може затримуватися на 0,5-1 °С порівняно з чистими від залишків полями. Від способу розподілу рослинних залишків залежить і

вологість ґрунту. Інтенсивне випаровування вологи спостерігається на площах, де проводили закладення поживних залишків на глибину розпушування гумусового горизонту, а при розподілі по поверхні поля при безвідвальному обробітку ґрунту - втрати вологи значно менше [12, 27].

Побічна продукція, подрібнена комбайнами і рівномірно розкидана по полю, прискорює інфільтрацію вологи в ґрунті, зменшує поверхневий стік, пригальмовує швидкість вітру у поверхні поля, знижує температуру ґрунту і тим самим зменшує втрати вологи на випаровування, бере на себе кінетичну енергію дощових крапель, запобігає запливання ґрунту і утворення поверхневої кірки, послаблює ерозію і, що не менш важливо, поглинає залишковий, не використаний для формування врожаю, азот, запобігаючи його втрати і забруднення ґрунтових вод [6, 8, 12, 37].

Систематичне використання соломи як органічного добрива оживляє життєдіяльність мікрофлори ґрунту та інтенсивність її дихання. Це, в свою чергу, сприяє покращенню поживного режиму ґрунту. Внесення соломи - матеріалу, багатого вуглецем і бідного азотом (з широким відношенням C:N, що дорівнює 80-100), призводить до закріплення легкодоступного азоту в ґрунті, завдяки посиленню мікробіологічної діяльності і зниження врожайності наступної культури [1, 20, 38].

Позитивним наслідком застосування технології збирання культур з подрібненням і розкиданням листостебельної маси рослин є біологізація землеробства, підвищення родючості ґрунту і збереження навколишнього середовища [6, 14, 29, 45].

В.Ф.Сайко повідомляє, що до складу соломи входять всі необхідні рослинам поживні речовини, які після мінералізації стають легкодоступними для рослин. Вчений зазначає, що вміст поживних елементів в соломі більше, ніж в зерні. В середньому в соломі пшениці і ячменю міститься 0,5% азоту, 0,2 - фосфору, 0,9-1,0 - калію і 30-40% вуглецю, а в листостебельній масі соняшнику - 1,56% азоту, 0,76 - фосфору, 4,52% калію, а також сірка, кальцій, магній і різні мікроелементи (бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт і

ін.) [11, 22, 24, 36, 47].

За даними Лебеда Є.М. частка повернення поживних речовин з рослинними залишками щодо їх винесення з урожаєм становить: у озимій пшениці - N - 35%, P₂O₅ - 34,6, K₂O - 28,8; у кукурудзи - 33,0, 29,3, 42,2; у цукрових буряків - 20,6, 18,1, 11,8% відповідно. Найбільшу частку повернення елементів живлення з поживно-кореновими залишками відзначалася після збирання соняшнику та багаторічних трав [1, 37, 52].

Пожнивні залишки є основним засобом підтримки рівня ґрунтового органічної речовини в сільськогосподарських ґрунтах.

Моделювання видалення соломи в розмірах 50 і 95% протягом 50 років показало, що видалення 50% соломи з поля в більшості випадків (з високим ступенем ймовірності) надасть помітний вплив на вміст гумусу, видалення 96% соломи - однозначно позначиться негативно на вмісті гумусу [4, 38].

Дослідженнями в Південній Італії, проведеними з 1977 року, встановлено, що тридцятилітнє залишення стерні і соломи забезпечило збільшення органічної речовини ґрунту на 0,7% в порівнянні з їх спалюванням. Найкращі результати щодо ґрунтового вуглецю і якості ґрунту були отримані при внесенні додатково мінерального азоту [4, 17].

Дані, отримані Zhang, Yang, Wu (2008) показали, що закладення залишків пшениці в ґрунт в умовах Північно-Китайської рівнини замість їх спалювання сприяла збільшенню вмісту вуглецю на 0,174-1,74 г/кг, в середньому – 0,79 г/кг. Середньорічне збільшення врожайності зерна пшениці, досягнуте за рахунок використання соломи на добриво, склало в цьому регіоні 260 кг/га, кукурудзи - 310 кг/га, в сукупності - 570 кг/га в рік [4, 19].

Повернення соломи широко рекомендується в Китаї як екологічно чиста практика управління секвестрацією вуглецю в сільськогосподарських екосистемах [15]. У цій роботі на підставі аналізу результатів 176 опублікованих науково-дослідних робіт по соломі, встановлено, що внесення соломи збільшує концентрацію вуглецю в ґрунті в середньому на $12,8 \pm$

0,4%, вміст вуглецю активних фракцій - від $27,4 \pm 1,4\%$ до $56,6 \pm 1,8\%$. В експериментальних дослідженнях з міченим азотом доведено, що комбіноване застосування хімічних добрив і соломи кукурудзи з широким C/N співвідношенням є ефективним засобом для зниження накопичення надлишків мінерального азоту добрив і його втрат.

У Центральному Огайо після 4-х років щорічного внесення соломи пшениці в дозі 8 і 16 т/га в рік коефіцієнт гуміфікації соломи склав в середньому 14% на варіантах без азотних добрив і 32% з додаванням 244 кг N/га [4, 12].

Розрахунки з використанням моделі AMG для прогнозування ефектів соломи на утримання ґрунтового органічної речовини показали, що систематичне видалення соломи 1 раз в 2 роки протягом 50 років призведе до скорочення запасів органічного вуглецю в ґрунті на 2,5-10,9% від початкового його змісту в залежності від таких факторів, як клімат, ґрунт, продуктивність [4, 18].

Вміст вуглецю в легких ґрунтах Морлі (науково-дослідний центр, Норфолк) було 1,09% з внесенням соломи з 1984 по 1997 рік, проти 0,89% на ділянках, де солону спалювали [28]. Після 9 років внесення соломи озимої пшениці в поєднанні з дрібною обробкою (Ірландія) в шарі 0-30 см значно збільшився вміст Сорґ. і було найвищим в цьому дослідженні. Найнижчий вміст вуглецю було зареєстровано в варіантах зі звичайною плужною обробкою в поєднанні з видаленням соломи. Ніяких суттєвих ефектів не було знайдено нижче 30 см [16].

За розрахунками, для умов Польщі, виходячи зі змісту вуглецю всоломі (45%) і коефіцієнта гуміфікації (0,3) для простого відтворення гумусу необхідно додати 560 кг/га у вигляді соломи. Тобто з усього вуглецю, що надходить з соломою, тільки 230 кг С, або в перерахунку на біомасу - 1,04т/га соломи, може бути видалено для підтримки бездефіцитного гумусового балансу. В цілому для Польщі це означає видалення 8,11 млн. т соломи з валового збору 21,5 млн. т. Іншими словами, більше 60% щорічного валового

збору соломи зернових культур доцільно повертати в ґрунт для запобігання зниження запасів органічної речовини [22].

Згідно з керівними принципами для комплексного рослинництва Словенії (Slovenian Guidelines for Integrated Field Crop Production) не допускається вилучення соломи з поля, якщо немає іншого джерела органічної речовини, особливо на ґрунтах з низьким вмістом гумусу. Неконтрольоване видалення рослинних залишків з поля для виробництва біоенергії супроводжується погіршенням якості ґрунту може обернутися негативними наслідками для збереження ґрунтів і стійкості сільськогосподарського виробництва. Кількість соломи, яка може бути видалена з поля без шкоди для родючості ґрунту, має бути встановлено точно, щоб уникнути наступного значного зниження стійкості [42].

За даними Нуретгін Тахсін, мінімальна кількість біомаси соломи, необхідне для підтримки ґрунтового органічного вуглецю, залежить від багатьох факторів, в тому числі сівозміни, системи обробітку ґрунту і становить від 5,2 до 7,8 т / га в рік [44].

На думку Гонаді Д. Х, одного добрива соломою недостатньо, щоб забезпечити збільшення запасів гумусу в ґрунтах. Внаслідок видалення соломи з поля протягом 9-річного періоду в сівозміні чистий пар - озима пшениця - озима пшениця в чорноземі вилуженої відбулося істотне зменшення вмісту сполук вуглецю і азоту: у вигляді лабільного гумусу - на 19-25%, детриту - 24-28% , мортмаси - 33-36% [30].

За даними М. П. Чуб та ін. (2003), можна заповнити дефіцит гумусу при щорічному внесенні 3,7-3,9 т / га соломи. В даний час дослідниками і практиками загально визнано, що регулярне видалення соломи призводить до негативного балансу гумусу. Солома при нестачі органічних добрив (гною) розглядається як основний додатковий ресурс органічної речовини для орних ґрунтів [37, 51].

На нашу думку, в сучасних умовах, при значному скороченні поголів'я худоби необхідне підтримання балансу гумусу на відносно задовільному рівні

для запобігання деградаційним процесам і підвищення родючості ґрунтів застосування соломи і післяжнивних решток з метою поліпшення якості органічних добрив надзвичайно актуальне.

За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», в Україні щорічні втрати гумусу нині сягають 0,5 тонни на 1 га ріллі. Водночас є можливість за рахунок соломи та рослинних решток повертати в ґрунт 15-20 кг азоту, 8-10 кг фосфору і 30-40 кг калію на гектар, а також такі важливі мікроелементи, як бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт. Використовуючи на органічні добрива 17-20 млн. т соломи, можна заощадити понад 100 тис. т азоту, 70 тис. т фосфору і 250 тис. т калію щорічно [3, 24].

Солома складається з целюлози, пентози, геміцелюлози і лігніну, які є енергетичним матеріалом для мікроорганізмів ґрунту, а продукти її деструкції – будівельним матеріалом для лабільного, «поживного» гумусу. За гумусним еквівалентом тонна соломи замінює 2,5-2,8 тонни підстилкового гною. Утім, внесена у ґрунт «свіжа» солома ще не є органічним добривом у буквальному розумінні, ним вона стане пізніше, після того як відбудеться процес гуміфікації і вона позбудеться властивості чинити депресивний вплив на наступну сільськогосподарську культуру [3, 43].

До негативних властивостей соломи необхідно віднести її депресивну дію на культуру, під яку її вносили як добриво. Встановлено, що крім широкого співвідношення C:N, інгібувальна дія пов'язана з наявністю у соломі розчинних форм органічних сполук. Водна витяжка зі свіжої соломи затримує розвиток рослин. У соломі і продуктах її розкладання виявлено ряд похідних фенолу, які мають токсичний вплив на рослини.

У ґрунті продукти розкладання соломи – ванілінова, кумарова і бензойна кислоти – помітно інгібують ріст рослин. Фітотоксичний ефект продуктів розкладання соломи проявляється у затриманні росту коренів, порушенні обміну речовин, хлорозі. Крім фенольних сполук, під час розкладання соломи утворюється низка органічних кислот: мурашина, оцтова, молочна, масляна,

щавлева, бурштинова, валеріанова та ін., що негативно впливають на розвиток кореневої системи рослин [1].

Велике значення в усуненні депресивного впливу соломи на рослини має азот, високі дози якого зводять до мінімуму цей вплив. Найкращий ефект отримують при додаванні сульфату амонію за тиждень до загортання соломи. Детоксикація свіжої соломи відбувається завдяки стимуляції азотом мікробіологічного комплексу ґрунту. Водночас умови розкладання соломи в ґрунті визначають характер нагромадження продуктів розкладання органічних речовин. Фітотоксичні сполуки, що утворилися, за аеробних умов можуть швидше засвоюватися мікроорганізмами або бути інактивованими унаслідок адсорбції на органічних чи мінеральних колоїдах, або нейтралізованими іншими сполуками в процесах гуміфікації.

У процесі розкладання соломи з ґрунту використовується фосфор в усіх варіантах без винятку, тому для інтенсифікації процесу необхідно з препаратами вносити фосфорні добрива або використовувати на ґрунтах з підвищеним і високим рівнем умісту цього елемента.

Внесення соломи ефективніше за систематичного безполицевого обробітку з поверхневим загортанням гною, післяжнивних і корневих решток. За таких умов відбувається моделювання природного процесу ґрунтоутворення в агроценозах, а коефіцієнт гуміфікації від загортання органічних речовин у шар ґрунту 0-10 см на 20-30% більший, ніж від приорювання на 20-30 см [10, 37].

Внесення соломи впливає на рівень кислотності ґрунтового середовища. Так, у перші 2-3 тижні ґрунтове середовище стає лужним, але потім у процесі розкладання ця величина переміщується в нейтральний бік – це позитивно впливає на ґрунт і його мікрофлору.

При розкладанні соломи у ґрунт надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, й багато вуглекислого газу. У сполучі з водою він утворює вугільну кислоту, яка сприяє переходу у розчинну форму певної кількості поживних речовин.

Калій у процесі мінералізації органічних речовин майже не використовується з ґрунту, збільшення його кількості вказує на інтенсивність розкладання соломи.

Мінеральні речовини, що містяться в соломі, також впливають на перебіг процесів розкладання, бо потреба мікроорганізмів у мінеральних речовинах подібна до потреби в них вищих рослин. Зазвичай для нормального розкладання вміст мінеральних речовин у рослинних рештках достатній, відтак вони, на відміну від азоту, навряд чи можуть лімітувати цей процес. Тому для кращого розкладання післяжнивних решток потрібно застосовувати спеціальні препарати – деструктори стерні, замість мінеральних азотних добрив додати до соломи органічні добрива або рідкий гній (4-10 т/га) [22, 23].

1.2. Передумови створення гібридів кукурудзи із поліпшеними показниками якості зерна

Зерно кукурудзи використовують при виготовленні широкого асортименту продукції, яку використовують у різних галузях. Воно є незамінним при використанні на корм худобі, для продовольчих і технічних потреб: виробництва круп і борошна, харчового крохмалю та рослинної олії, декстрину та етилового спирту тощо [2, 33].

Фундаментальними біохімічними складовими зерна кукурудзи є білок, крохмалю та олія. Саме ці компоненти забезпечують високу енергетичну цінність та поживність, при використанні зерна кукурудзи на кормові цілі, придатність переробки за конкретними напрямками використання, такими як переробка на спирт, створення екологічно безпечних полімерів або ж використання у хлібопекарстві.

Вирощування кукурудзи разом із продовольчим та кормовим нині асоціюється також і з новим напрямом використання, таким як переробка на біоетанол, оскільки зерно кукурудзи має високий вміст крохмалю. Крохмаль, який міститься в зерні, спочатку розкладається до цукру, потім цей цукор у

процесі бродіння перетворюється на алкоголь, після чого розчин піддають очищенню та випаровуванню [3, 16].

Згідно визначення Подпрятова Г.І. якість продукції – це сукупність корисних властивостей, які знаходять своє вираження у певних конкретних показниках. До основних властивостей сільськогосподарської продукції відносять: біологічні – ступінь ураженості збудниками хвороб та шкідниками, наявність домішок, сортова стабільність технологічних показників; фізичні – форма, розмір, консистенція, забарвлення, цілісність та інші; хімічні – вміст сухої речовини, вітамінів, білка, крохмалю та олії [4, 17].

Значна кількість технологічних властивостей кукурудзи зумовлена ступенем розвитку роговидної та борошнистої частини ендосперму. Це такі показники, як простота виділення крохмалю в крохмале-потоківому виробництві, придатність до шліфовки – в круп'яному, розмелюваність – в борошномельному та інше [4, 18].

Відомо, що ендосперм зерна кукурудзи містить складну суміш крохмальних гранул і білкових тіл. Фізична структура ендосперму залежить від типу взаємодії між цими сполуками, а запасні білки відіграють важливу роль у фізичній структурі зрілого зерна [5, 19].

В хлібопекарській промисловості кукурудзяне борошно, за умови відокремлення зародків при помелі, використовують як домішку при виготовленні кондитерських виробів та хліба, додаючи його до житнього і пшеничного [3]. При виробництві круп цінними є розлусні та кременисті білозерні підвиди кукурудзи [6, 20].

У зерні кукурудзи з борошнистою текстурою гранули крохмалю і білкові тіла розташовані в ендоспермі неорганізовано. У скловидних зернах розташування крохмальних гранул більш організоване, а міжзернинні простори ідеально заповнені. Зазвичай запасні білки відповідають за зв'язок між зернами крохмалю та білками матриксу ендосперму, впливаючи, таким чином, на твердість зерна [6, 21].

Білки являють собою високомолекулярні органічні сполуки, побудовані

з амінокислот, з'єднаних пептидним зв'язком. За функціональним призначенням білки поділяють на каталітичні (ферментні), структурні і запасні (Конарев, 1970). Вказані групи білків специфічні як за фізико-хімічними властивостями, так і за амінокислотним складом. Масова частка їх в зерні кукурудзи теж нерівнозначна. За експериментальними даними вміст азоту білкових фракцій в зерні кукурудзи складає: альбуміни 16,3%, глобуліни 6,5%, проламіни 31,5%, глютеліни 23,5%, нерозчинний залишок - 21,3% [7, 21].

Виявлено нерівномірний вміст білка у різних анатомічних частинах зернівки. В ендоспермі, який становить 81% маси зернівки, накопичується близько 7,0-11,2% білка, а в зародку, який становить 11,7% зерна - 14,0-26,0%, в перерахунку на абсолютно суху речовину [23]. Концентрація білка в алейроновому шарі є найбільш високою, в його клітинах виявлено до 36% білка до сухої маси ендосперму [22, 44].

Білкові фракції різняться за амінокислотним складом і поживною цінністю. Найбільш неповноцінною, з точки зору вмісту незамінних амінокислот та їх збалансованості, є зеїнова фракція із підвищеним вмістом глютамінової кислоти та проліна і незначним вмістом лізіна й триптофана [24, 29]. Такий амінокислотний склад обумовлено еволюційно і має важливе фізіологічне значення при проростанні насіння, коли глютамінова кислота є донором аміногруп із яких шляхом переамінування утворюються нові амінокислоти, а пролін виконує захисну роль проти абіотичних стресів і входить до ростових білків, зокрема еластину [25].

За хімічним складом зерно кукурудзи виділяється серед злакових кормів високим вмістом вуглеводів, головним чином крохмалю (до 70%), і високим відсотком олії (до 8%). Вміст протеїну становить близько 9-10%. Кукурудза бідна на вміст золи, особливо кальцію, якого міститься лише 0,05%, тобто в кілька разів менше, ніж у зерні вівса [26].

Найвищою цінністю в крохмале-паточному виробництві характеризуються зубовидні і крохмалисті підвиди кукурудзи. Кременисті форми мають нижчу придатність, оскільки наявність роговидного шару значно

ускладнює виділення крохмалю. Дослідження показують, що при ідентичному відсотковому вмісті крохмалю, у виробничих умовах зразки із зубовидним зерном забезпечують вихід крохмалю на 3 % вище, ніж кременисті [2, 28]. Аналогічна ситуація спостерігається і при виробництві спирту та пивоварінні, оскільки роговидний шар знижує розварюваність сировини. Крім того, для крохмале- паточної галузі бажаною ознакою є білозерність, а при виробництві спирту та пивоварінні, дана ознака є не принциповою. Однак для цих галузей небажаними ознаками є високий вміст білка, золи та розчинних вуглеводів [29]. Як приклад зерно кукурудзи для переробки на біоетанол, згідно стандарту США повинне містити 72-75 % крохмалю та менше 4 % олії [29].

У середньому крохмаль складається на 20-30 % із амілози і на 70-80 % з амілопектину, співвідношення яких залежить від його ботанічного походження. Вміст амілопектину може становити менше 30 % (наприклад у зморщеному гороху) та досягати 100 % у восковидних форм кукурудзи [2, 12, 53]. Найбільше у світі крохмалю виробляють із кукурудзи [43]. Крохмаль широко використовується при виготовленні хлібобулочних і кондитерських виробів, а також у консервній, молочній, м'ясній та інших галузях харчової промисловості. Крім того крохмаль застосовується у виробництві паперу та картону, у текстильній промисловості, поліграфії, металургії, медицині і побуті [33].

Крохмаль складається з двох мономерів: амілопектину і амілози; крохмаль восковидної кукурудзи – виключно з амілопектину. У кукурудзи традиційного типу вміст амілози в крохмалі складає 22-27 %. Приблизно такий же фракційний склад мають і інші зернові крохмалі, тоді як крохмалі традиційного типу зернобобових культур відрізняється підвищеною до 30- 32 % часткою амілози [31].

Амілоза представляє собою лінійний полімер глюкози, в якому мономері пов'язані між собою α -1,4 - глюкозидними зв'язками і має дуже мало бокових відгалужень, тоді як інший сополімер крохмалю амілопектин - сильно

розгалужений глюкан, в якому через кожні 15-45 мономерів наявні α -1,6 – глюкозидні зв'язки, які поєднують лінійні ланцюги. За рахунок просторових взаємодій сусідніх ланцюгів молекула амілопектину набуває не тільки розгалуженої, але й спіралізованої структури [33].

Структурні полімери крохмалю чітко різняться за характером йод-крохмальної реакції, причому амілоза забарвлюється розчином йоду в синій колір, а амілопектин – в червоно-фіолетовий. Встановлено, що забарвлення амілози йодом є наслідком утворення комплексної хімічної сполуки. При цьому молекули йоду розташовуються всередині спіралью скручених ланцюжків амілози. Що стосується амілопектину, то його забарвлення є результатом утворення адсорбційних сполук [34].

Молекулярна маса амілози оцінюється приблизно в 10^4 - 10^5 дальтон, тоді як молекулярна маса амілопектину значно більша (10^7 - 10^8 дальтон). Амілопектин є одним із найбільших природних полімерів і за молекулярною масою поступається тільки глікогену [35].

Фізико-хімічні властивості крохмалю зернових культур визначаються багатьма факторами, серед яких одним із важливих є розмір та форма його гранул [36]. Крохмальні зерна зазвичай бувають сферичної форми, проте зустрічаються і багатокутні. Для кожної культури характерний певний вигляд гранул крохмалю [38]. Дослідження вказують на те, що варіювання розміру гранул крохмалю також визначається умовами вирощування культури [37].

Кукурудза є провідним джерелом зернового крохмалю, який широко використовується в харчовій, фармацевтичній і технічних галузях промисловості [39]. Однак якість крохмалю кукурудзи традиційного типу, як правило, не задовольняє специфічних вимог промислових виробництв і потребує поліпшення, найбільш результативним і економічно вигідним методом якого вважається генетичне поліпшення [40].

На даний час у кукурудзи ідентифіковано серію моногенних мутацій, які викликають утворення крохмалів із високими частками амілози, або амілопектину і встановлено, що цей ефект супроводжується суттєвими

змінами морфології крохмальних гранул і технологічних властивостей крохмалю [22, 41].

Кукурудза зі зміненою структурою ендосперму, спричиненою мутацією гену – *wx* має високу поживну та технологічну цінність. За останні десятиліття було розроблено багато адаптованих інбредних ліній кукурудзи для виробництва гібридного насіння різними методами селекції. Через популярність восковидної кукурудзи селекціонери для своєї роботи часто обирають інбредні лінії із цією мутацією гену. Велика кількість зародкової плазми воскової кукурудзи була отримана завдяки десятиліттям селекції воскової кукурудзи [22, 42].

Кукурудзяна олія характеризується високим вмістом енергії. Енергетична цінність 100 г кукурудзяної олії становить близько 884 ккал проти 86 ккал при однаковій кількості кукурудзяного борошна. Хороша якість кулінарної олії зазвичай пов'язана з підвищеною часткою ненасичених та насичених жирних кислот. Кукурудзяна олія вирізняється невисоким вмістом насичених жирних кислот, та містить у середньому 11% пальмітинової кислоти та 2 % стеаринової кислоти, порівняно з відносно високими рівнями поліненасичених жирних кислот, таких як лінолева кислота (24 %). Кукурудзяна олія досить стабільна, оскільки містить лише невелику кількість ліноленої кислоти (0,7 %) та має високий рівень природних антиоксидантів [23]. Калорійність олії в 2,25 рази більша, ніж у крохмалю, а дослідження з годівлі худоби засвідчили більшу швидкість збільшення ваги на одиницю корму для високоолійної, ніж для звичайної кукурудзи [42, 53].

Нинішнє швидке зростання населення на Земній кулі, особливо в слабо розвинених країнах, створює загрозу масштабного, серйозного недоїдання та голоду для мільйонів людей, якщо технології сільського господарства не зможуть запобігти цій проблемі. Перед селекціонерам стоїть завдання створити сорти з високою врожайністю та покращеною якістю зерна [3, 43].

Таким чином, заміна звичайної кукурудзи високоякісною суттєво зменшить загрозу голоду для людей, які залежать від кукурудзи як основного

продукту харчування [44]. Проте створення гібриду, який, за показниками якості, одночасно міг би задовольнити всі галузі господарського використання не можливе. Найвищої ефективності використання можна досягнути при створенні гібридів спеціалізованого напрямку використання, з оптимальними, для відповідного напрямку характеристиками показників якості [2, 45].

Вирішення даної проблеми полягає у підборі вихідного матеріалу – інбредних ліній кукурудзи, які можуть слугувати джерелами покращення показників якості зерна.

Вивчення та систематизація наукових джерел вітчизняних та зарубіжних вчених з даної проблеми дозволили зробити висновок щодо актуальності теми кваліфікаційної роботи та доцільності досліджень особливостей росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи. Таким чином, встановлено тривалість вегетаційного та міжфазних періодів онтогенезу рослин кукурудзи. Названо дати настання фенологічних фаз, описано тривалість вегетаційного періоду та особливості формування лінійного росту рослин і асиміляційної поверхні посівів, залежно від впливу позакореневих підживлень.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень

Полеві дослідження за темою кваліфікаційної роботи проводили протягом 2022-2023 рр. в умовах ПРАТ «Дружба - ВМ» на дослідних полях, які розташовані у Тульчинського району Вінницької області. За географічним положенням дослідне господарство розташоване в південній частині Правобережного Лісостепу України. Рельєф території рівнинний, територія станції за відношенням природних факторів із ґрунтоутворення типова для цього агроґрунтового району.

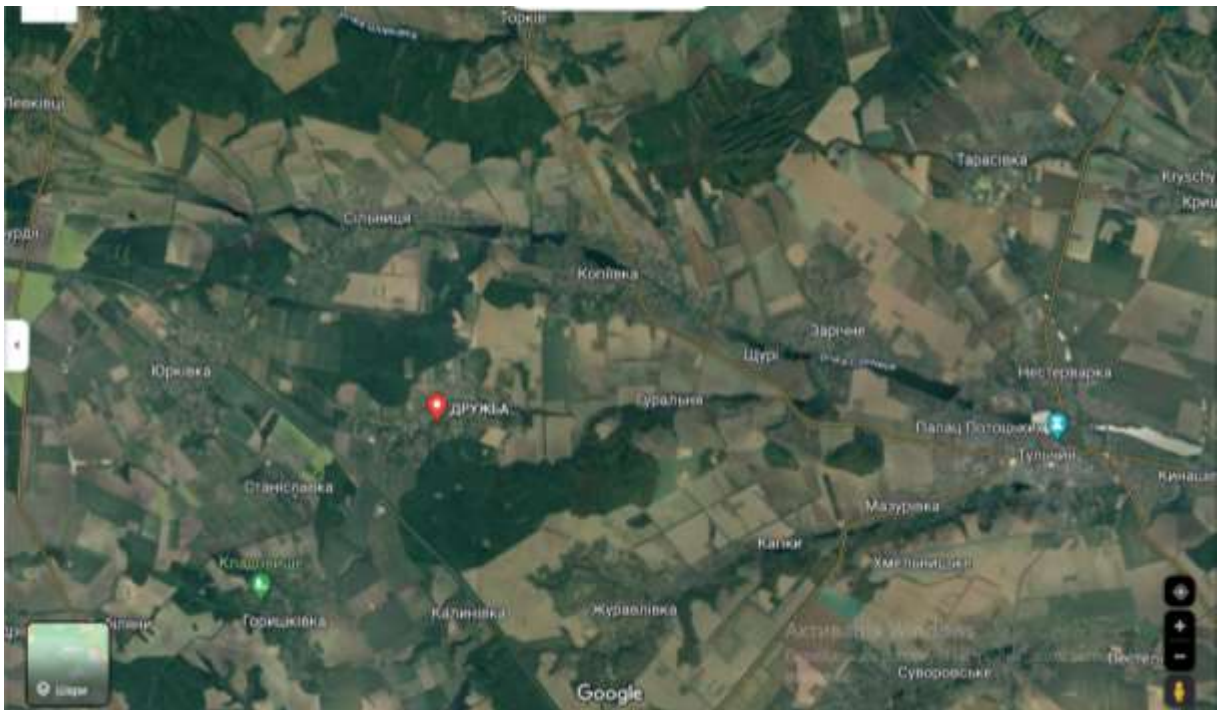


Рис. 2.1. Місце розташування ПРАТ «Дружба - ВМ»

Ґрунтоутворюючою породою дослідної ділянки є лесовидний суглинок, який характеризується значним оглеєнням, із високим вмістом карбонатів кальцію (до 20%), що характерно для чорноземно-лугових, лугових ґрунтів. У результаті глибокого вимивання в товщу ґрунту розчинів, утворився глибокий

чорнозем із гумусовим горизонтом (90-95 см). Структура орного шару зернисто-пилувата.

Основна ґрунтова різноманітність дослідних полів – чорнозем типовий карбонатний малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий на лесовидному суглинку із вмістом гумусу у орному шарі – 4,38-4,53 %, азоту, що легко гідролізується – 10,6-11,4 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 8,9-10,6мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 6,2-6,5мг/100 г, ємність поглинання – 31,9-32,0 мг. екв. /100 г ґрунту. Глибина залягання ґрунтових вод становить 2-2,5 м. Водний режим даних ґрунтів формується за рахунок атмосферних опадів та ґрунтового зволоження.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика ґрунтів

Глибина шару, см	Вміст гумусу, %	pH сольової витяжки	Кількість карбонатів, %	Ємність поглинання, мг-екв. на 100 г ґрунту
0-10	4,53	6,87	–	31,9
35-45	4,38	7,30	1,66	32,0
70-80	1,36	7,30	9,20	19,1
130-140	0,86	7,30	10,50	15,0
210-230	–	7,30	9,70	–

Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної – 6,9-7,3 рН. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37% фізичної глини, 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16-1,25 г/см, вологість стійкого в'янення – 10,8%. Повна вологоекмкість ґрунту становить в шарі 0-30 см – 38,4%, в шарі 30-45 см – 42,7%. Польова вологоекмкість цього ґрунту в шарі 0-30 см сягає 28,2%, вологість розриву капілярів – 19,7%, максимальна гігроскопічність – 7,46%, недоступна для рослин вологість – 10%, загальна щільність у рівноважному стані – 52-55% (Табл. 2.1.).

Таблиця 2.1.

Водно-фізичні властивості ґрунтів господарства

Глибина горизонту, см	Щільність, г/см ³	Загальна пористість, %	Максимальна молекулярна вологоємність %	Вологість в'янення, %	Пальова вологоєм- ність, %	Повна вологоєм- ність, %
5-25	11,25	52	13,6	10,8	28,2	41,6
25-45	11,16	55	13,2	10,7	27,3	47,4
80-100	11,27	52	12,3	9,8	25,6	41,0
135-155	11,20	54	–	–	21,5	45,0
185-205	11,20	56	12,0	9,6	14,6	48,3
230-250	11,55	42	–	–	22,1	27,1



Рис. 2.2. Розріз чорнозему типового

Підсумовуючи інформацію про якість ґрунтового покриву дослідних ділянок, можна зробити висновок, що за своїми фізико-хімічними властивостями ґрунти є придатним для вирощування кукурудзи на зерно.

Дослідні поля територіально відносяться до правобережної зони Північного Лісостепу, яка характеризується помірно-континентальним кліматом із спекотним та декуди посушливим літом і м'якою зимою із частими відлигами. Середньорічна температура повітря у період з 2021 по 2023 роки становила +9,7 °С. За багаторічними даними найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою -5,6 °С, а найвищі температури за рік спостерігаються у липні і становлять +21,26 °С у середньому за місяць. Навесні приморозки можуть спостерігатись до другої та навіть третьої декади травня, а перші осінні – на початку жовтня. Близько 260 днів на рік триває період із середньодобовою температурою вище 0 °С, та 160- 180 днів із температурою вище 10 °С. Протягом останніх п'яти років на території Білоцерківського району Київської області випало 2708 мм опадів, що становить у середньому – 542 мм за рік. За вегетаційний період кукурудзи у середньому випадає близько 338 мм опадів, що становить 62,3% від загальної кількості опадів на рік. Однак, зволоження за рахунок атмосферних опадів можна охарактеризувати як нестійке, оскільки в окремі роки рівень вологозабезпечення сильно відхиляється від середньобагаторічних показників.

У роки проведення досліджень (2021-2023) температурний режим та вологозабезпечення достатньо критично різнилися між собою за роками, що відповідно позначилось на динаміці росту і розвитку кукурудзи (рис. 2.3, 2.4.).

Період сівби у 2023 році характеризувався дещо підвищеною температурою повітря, відносно середньої багаторічної (131 %) та недостатньою кількістю опадів – лише 2 мм, у той час, як середня кількість опадів у квітні становить 33,12 мм, що негативно вплинуло на проходження початкових фаз росту і розвитку кукурудзи. Загалом кліматичні чинники 2022 р. були не цілком сприятливими для вирощування кукурудзи, оскільки кількість опадів за вегетаційний період становила лише 78,4 % від середньої багаторічної норми, а температура повітря у період цвітіння рослин, в

середньому +21,1 °С, що негативно впливає на якість запилення за рахунок зниження життєздатності пилку. У період збирання урожаю спостерігалась незначна кількість атмосферних опадів – 23,2 мм, що становило 54% від середнього багаторічного показника, це, в свою чергу, дало змогу зібрати урожай кукурудзи із вологістю зерна близькою до стандартної.

За період вегетаційного сезону 2022 р. також було відмічено значну нестачу вологи, опадів випало лише 257 мм, що становить 74,2 % від середньої багаторічної норми. Особливо гостро нестача вологи відчувалась у серпні, коли випало 8,6 мм опадів при середньомісячній нормі у 34,2 мм, що стало причиною низької виповненості зерна кукурудзи і, як наслідок, зниженням урожайності. Проте на момент сівби та початкових етапів органогенезу температура та наявна волога в ґрунті повністю задовольняла потреби кукурудзи. В жовтні – період збирання урожаю кукурудзи, випало 12 мм опадів (28 % від середньої багаторічної норми), що забезпечило передзбиральну вологість зерна кукурудзи близьку до стандартної.

Порівнюючи кліматичні умови останніх 5 та 30 років можна зробити висновок, що середньомісячна температура повітря практично по всіх місяцях вегетаційного періоду дещо зросла в останні роки, а розподіл опадів відбувається вкрай нерівномірно протягом періоду росту і розвитку рослин кукурудзи. Дане заключення ставить перед селекціонерами нові завдання – створення нових сортів та гібридів, пристосованих до різких змін кліматичного режиму.

Веgetаційний період у 2022 році характеризувався більш сприятливими умовами для вирощування кукурудзи, оскільки середньомісячна температура повітря була близькою до середніх багаторічних показників, а кількість опадів становила 501 мм (148 % від середньої багаторічної норми), що сприятливо вплинуло на розвиток рослин кукурудзи.

В момент сівби температура повітря та кількість доступної вологи в ґрунті цілком відповідали вимогам культури до цих факторів.

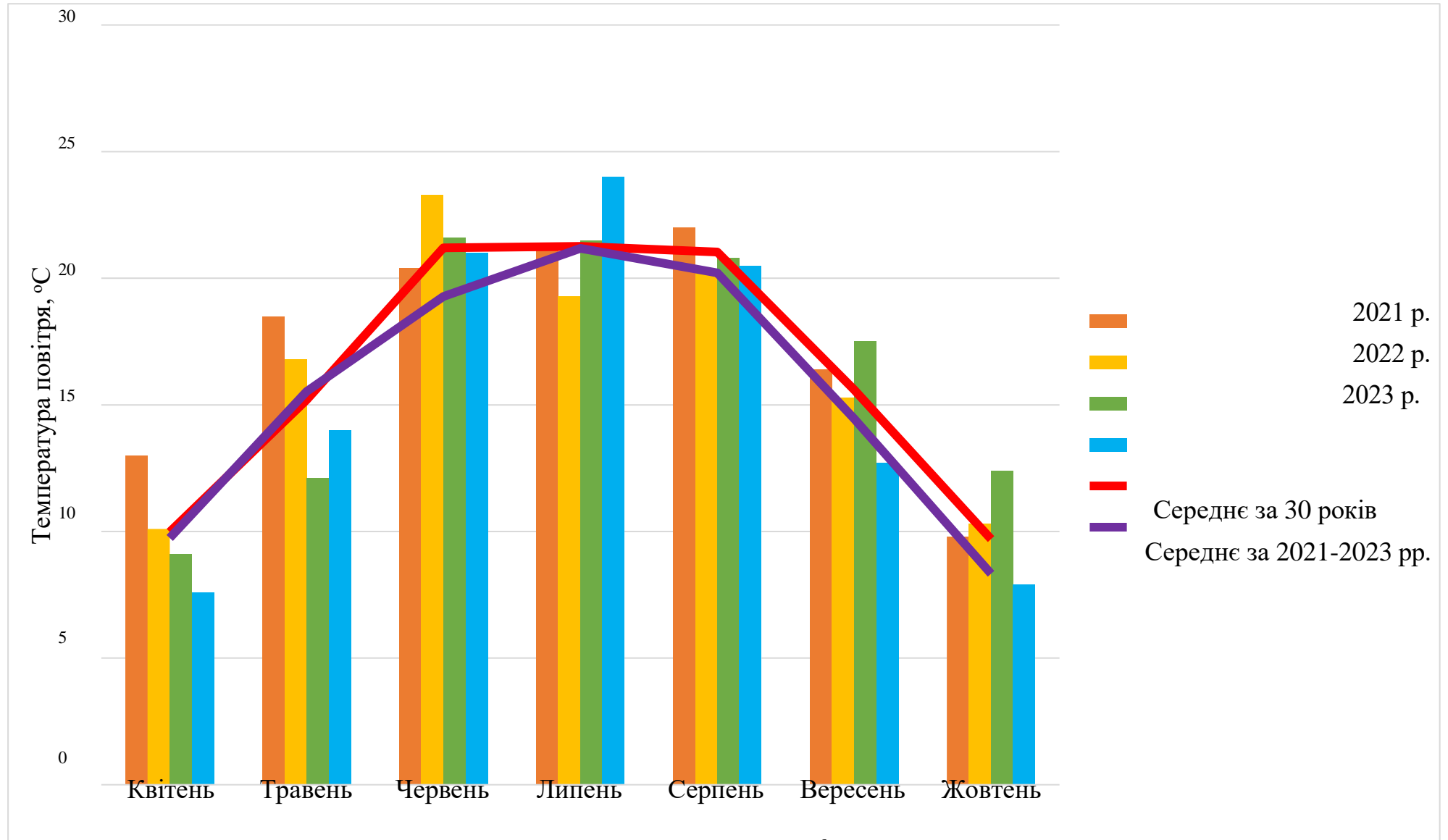


Рис. 2.3. Середньомісячна температура повітря, °С за вегетаційний період (2021-2023 рр.)

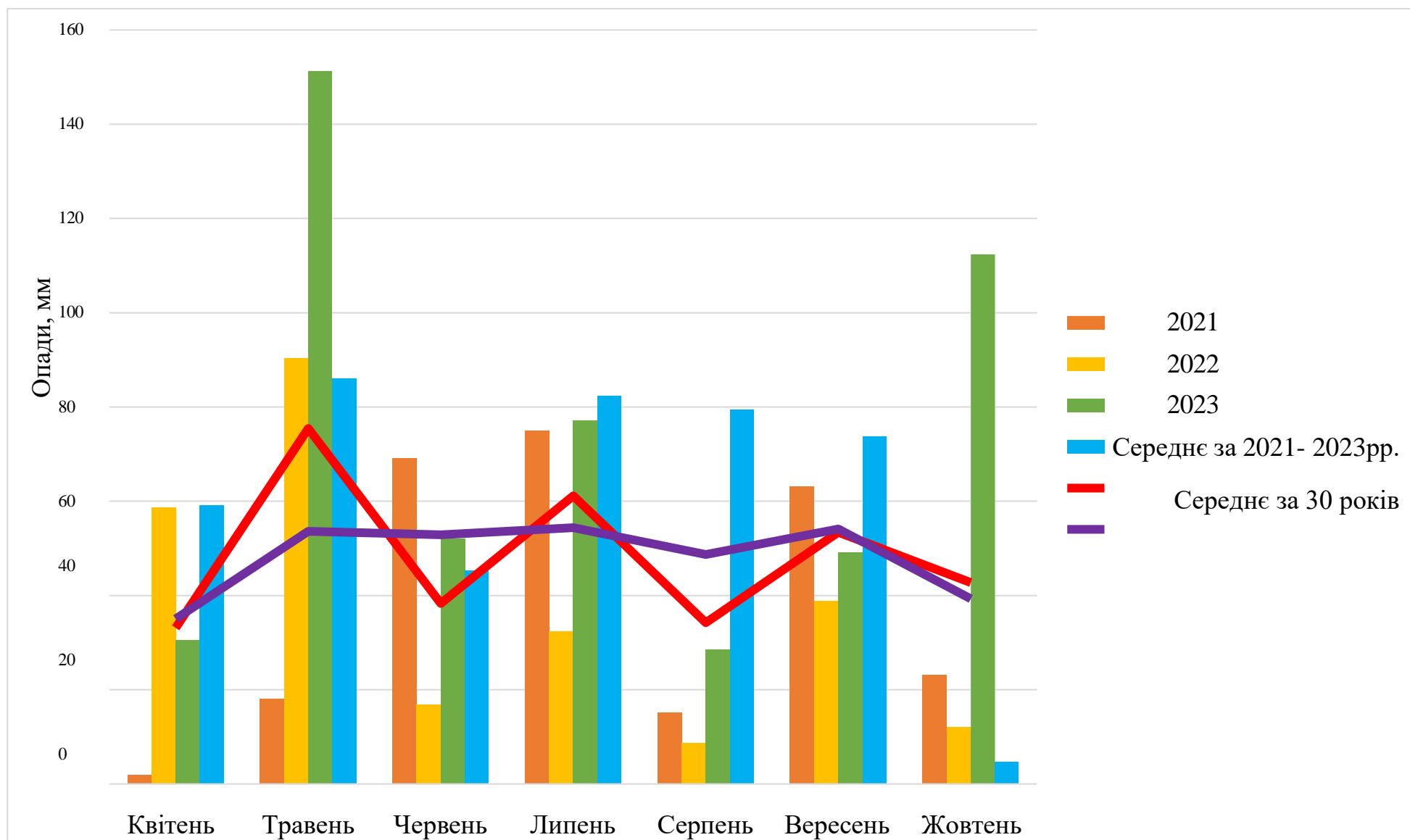


Рис. 2.4. Середньомісячна кількість опадів, мм за вегетаційний період (2021-2023 рр.)

Критичним моментом вегетаційного періоду стали 9 та 13 травня, коли температура повітря знижувалась до 2 та 1 °С, відповідно, що сповільнило динаміку подальшого розвитку культури змістивши дати збирання урожаю ближче до третьої декади жовтня. Кількість атмосферних опадів у жовтні становила 112 мм, що значно (на 262 %) перевищувало середньобагаторічну норму. За таких умов урожай кукурудзи збирали із вологістю зерна не менше 25 %.

У 2023 р. сівбу кукурудзи проводили за дещо нижчих, ніж середньобагаторічні, температурних умов – середньомісячна температура повітря у квітні становила 7,6 °С, проте умови вологозабезпечення були цілком сприятливими із опадами протягом місяця на рівні 59,1 мм. Необхідно відзначити високу середню температуру повітря протягом липня – 24 °С, що значною мірою впливало на життєздатність пилку і якість запилення рослин та стало причиною череззерниці, а подекуди і повної відсутності запилення. Загалом показники температури повітря були наближеними до середніх багаторічних. Кількість атмосферних опадів за вегетаційний період кукурудзи у 2023 р. становила 430 мм, що на 27,2 % більше, ніж середня багаторічна кількість опадів. Значна кількість опадів (86 мм) у травні значною мірою позитивно вплинула на динаміку росту і розвитку кукурудзи. У період збирання урожаю було зафіксовано дещо нижчу за норму температуру повітря – 7,9 °С, та значно нижчу (на 89 %) за норму кількість атмосферних опадів – 4,7 мм. Такі умови значною мірою сприяли отриманню урожаю кукурудзи із передзбиральною вологістю зерна наближеною до стандартної. Загалом умови 2023 р. були цілком сприятливими для вирощування кукурудзи.

Екологічне випробування експериментальних гібридів у 2023 році проводили в умовах ПРАТ «Дружба - ВМ».

ПРАТ «Дружба - ВМ» Тульчинського району Вінницької області в зоні Правобережного Лісостепу України. Ґрунти господарства – чорноземи типові, малогумусні. Кліматичні умови кардинально не відрізнялись від умов «Агрономічної дослідної станції», де виконувались основні дослідження.

Гербициди, інсектициди, фунгіциди, мінеральні та органічні добрива не застосовувались.

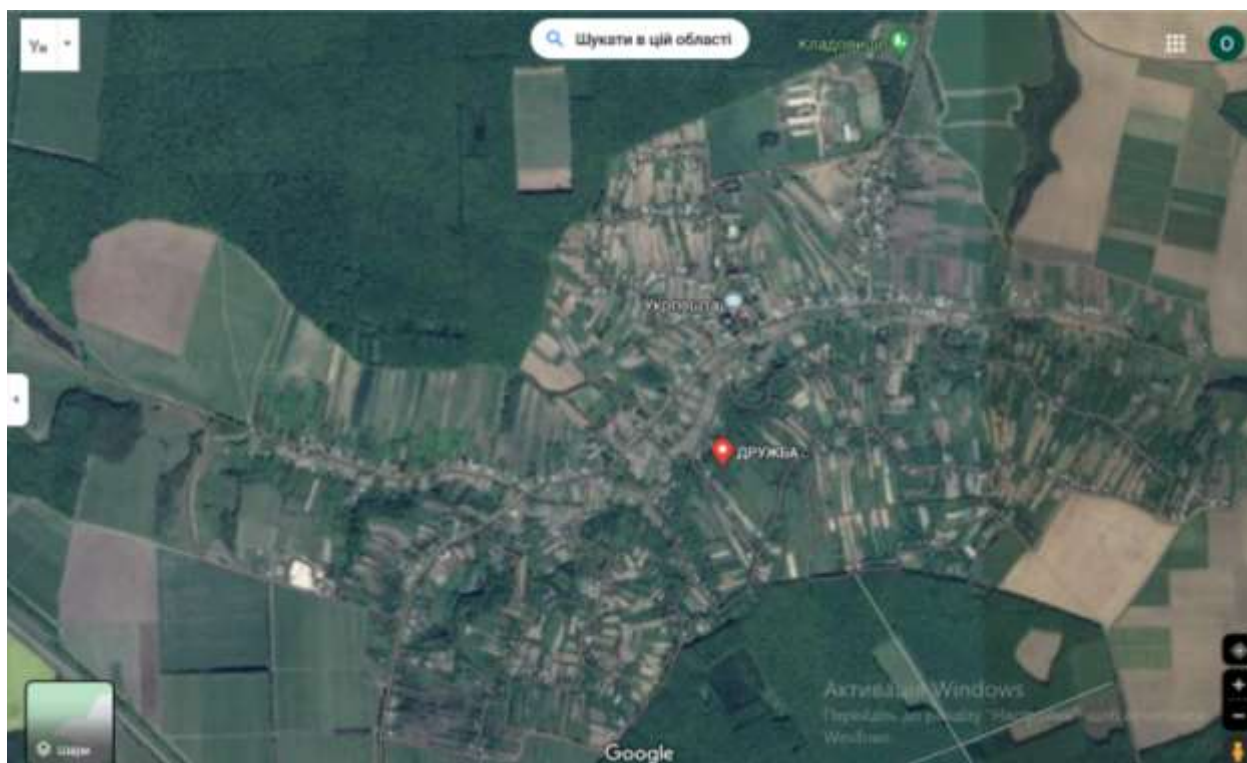


Рис. 2.5. Місце розташування ПРАТ «Дружба - ВМ» дослідні поля Тульчинського району

Вінницької області в типових, для центральної частини Лісостепу України, переважна більшість ґрунтів представлена слабо лужним, важкосуглинково-пилуватим чорноземом та характеризуються зернисто-грудкуватою структурою. Кліматичні умови місця випробувань – помірно-континентальний.

2.2. Програма та методика проведення досліджень

Для встановлення ефективності та обґрунтування впливу видів азотних добрив на урожайність гібрида кукурудзи середньостиглої групи та показники якості зерна закладався дослід, схема якого представлена в табл. 2.2.

Розміщення ділянок – рендомізоване, за чотириразової повторності. Площа облікової ділянки – 20 м². Статистичну обробку даних польових дослідів,

зокрема врожайності, проводили використовуючи програмний пакет SAS 9.4, розроблений Університетом штату Північна Кароліна, США.

Таблиця 2.2.

Схема досліду

Гібрид	Добриво	Позакореневі підживлення
ЕС Конкорд	Без обробки – контроль	Гумілін Стимул 3 л/га, у фенологічні фази 5-7, 7-9 та 5-7 і 7-9 листків (дворазове застосування).
	Аміачна вода + 5-7 лист.	
	Аміачна вода + 7-9 лист.	
	Аміачна вода + 5-7 та 7-9 лист.	
	КАС + 5-7 лист.	
	КАС + 7-9 лист.	
	КАС + 5-7 та 7-9 лист.	
	Карбамід + 5-7 лист.	
	Карбамід + 7-9 лист.	
Карбамід + 5-7 + 7-9 лист.		

Дисперсійний аналіз виконували за системою оцінювання, ранговим критерієм Дункана (*Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін., 2021*).

2.3. Методика проведення досліджень

Упродовж періоду виконання досліджень здійснювалися такі обліки та спостереження:

Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин у період вегетації. Відмічали дати настання фаз розвитку: сходи, викидання волотей, цвітіння волоті та качанів, молочний стан, воскову та повну стиглість зерна. Фазу поодиноких сходів та інші фази фіксували за настання їх у 10–15% рослин, а повну фазу – у 75 і більше відсотків рослин (*“МЕТОДИКА державної науково-технічної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні”, 2021*).

Вимірювання висоти рослин та прикріплення нижнього качана виконували в двох несуміжних повтореннях по варіантах досліду. В 5 місцях по 5

рослин (всього 25 рослин на варіанті досліду). Користувалися мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого (втягнутого) листка, у фазу цвітіння – від поверхні ґрунту до верхівки волоті.

Розрахунки структури врожаю. Виконували за відібраними зразками по кожному варіанту в двох несуміжних повтореннях шляхом розбирання проб: визначали масу качана, кількість зерен та масу зерна з нього.

Визначення маси 1000 зерен. Відбувалося згідно методики. Відбирались дві проби по 500 зерен. Зважувались на лабораторній вагах з подальшим розрахунком згідно ДСТУ 4138-2002 (ДСТУ 4138-2002, 2003).

Облік врожаю. Здійснювали методом суцільного обмолочування зерна з кожної ділянки з наступним перерахунком на 100-відсоткову чистоту і 14-відсоткову базисну вологість (Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур, 2001).

Статистична обробка отриманих даних здійснювалася математично-статистичним методом встановлення достовірності результатів дослідження (Рожков А. О. та ін., 2016).

Розрахунок економічної ефективності технології вирощування кукурудзи визначали за технологічними картами і «Методичними вказівками визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями».

При закладанні досліду, проведенні спостережень та досліджень керувалися загальноприйнятими методиками та науковими рекомендаціями.

У досліджах вирощувалися один гібрид: ЕС Конкорд (ФАО 250). Група стиглості: середньорання. Компанія-оригінація: Євраліс, яка належить до «Золотої лінійки». Гібрид володіє високим рівнем урожайності та стабільності у виробництві.

Гібрид ЕС Конкорд, ФАО 250

ЕС Конкорд – до Державного реєстру сортів рослин України занесений в 2016 році. Має високий потенціал врожайності. Чудово реагує на підвищений агрофон. Стійкий не лише до холодного стресу, а й до вилягання та багатьох

хвороб. Володіє високою здатністю вологовіддачі. Рекомендована густина на період збирання в посушливих умовах – 65-70 тис. шт. на 1 га, в умовах достатнього зволоження – 75-80 тис.

Максимальна висота рослин становить 275-285 см. Висота кріплення качана - 120 см. Кількість рядів у качані 14-16, по 28-30 зерен у ряду.

2.4. Агротехнічні заходи в досліді

Попередником в досліді була кукурудза. Після її збору обробіток ґрунту розпочинався з лушення стерні. Дискування проводилося на глибину 8-10 см важкими дисками, аби як найкраще подрібнити рослинні рештки і сформувати мульчуючий шар. Загортали насіння бур'янів у ґрунт, пошкоджуючи вегетативні органи, і, у такий спосіб, провокувалося їх проростання.

Перед основним обробітком, згідно схеми експерименту, на дослідні ділянки вносили добриво діамофоска (10:26:26) – фон (220 кг/га ф. в.). Внесення проводилося розкидачем Amazone ZA-M Limiter X 1001 з подальшою оранкою на глибину 30-35 см плугом Lemken Juwel 8M 5+1.

Кукурудзу висівали за прогрівання ґрунту на глибині заробляння насіння до 8⁰ С: 2022 р. – 22 квітня; 2023 р. – 28 квітня. Сівбу здійснювали сівалкою ELVORTI VESTA 8 на глибину 3 см з нормою висіву 75 тис. насінин на один гектар. Під передпосівний обробіток ґрунту вносили різні види азотних добрив відповідно до схеми досліді. Азотні добрива (аміачна вода, КАС 32, карбамід) додавалися в нормі N₁₂₀ кг/га д. р. Щоб уберегти посіви від бур'янів, під час вегетації у фазу 4-6 листків вносився страховий гербіцид Апріорі компанії ADAMA.

Збирали врожай поділянково, шляхом суцільного обмолоту. Заздалегідь відбирали пробні зразки рослин для визначення біологічної врожайності та структури врожаю.

Опис добрив, використаних у досліді.

Діамофоска (10:26:26) – комплексне високоефективне добриво у вигляді гранул. Вносилося лійкою перед оранкою. Гранули сірого кольору, неправильної форми. Азот в добриві перебуває в амонійній формі (NH_4). Містяться також гранульовані фосфати та калій. Всі елементи, з яких складається діамофоска, легкодоступні для рослини та розчинні у воді.

Весняні обробітки розпочалися закриттям вологи звичайними зубчастими боронами на глибину близько 5 см. Це сприяло збереженню вологи, якої після минулого вегетаційного сезону так бракувало.

Упродовж передпосівного обробітку проводилося закладання варіантів дослідів, за схемою, де були додані азотні добрива.

Карбамід вносився розкидачем Amazone ZA-M 1001 в нормі 260 кг/га ф.мв. (120 кг д. р.) і відразу був зароблений Farnet Kompaktomat 4м. Серед твердих азотних добрив карбамід – найконцентрованіший. Добре розчиняється у воді, з майже нейтральною реакцією. Утворюється при синтезі двох газів: CO_2 і NH_3 , під тиском 180–200 атмосфер та за температури 185–200 °С. В ґрунті амідна форма трансформуючись переходить в аміачну, а згодом – і в нітратну. Даний процес повільний, саме тому дія пролонгована і азот засвоюється рослинами впродовж вегетації. Не відбувається нагромадження в ґрунтових водах та безпосередньо в рослині. Вимивання з ґрунту незначне, тому втрати азоту мінімальні.

КАС 32 в нормі 375 л/га (120 кг д. р.) був внесений перед проходом культиватора обприскувачем Богуслав ОП 2000. Обов'язковим заходом було швидке заробляння добрива в ґрунт для мінімізації втрат азоту.

КАС 32 (карбамідо-аміачна суміш) – це суміш водних розчинів аміачної селітри і карбаміду (в співвідношенні 35,4% карбаміду, 44,3% селітри, 19,4% водита 0,5% аміачної води). Щільність рідкого добрива до 1,34 кг/м³. Цей вид добрива містить три форми азоту:

- *Нітратний азот.* Ця форма азоту сприяє зростанню, загальному розвитку і здоров'ю сільгоспкультур. Засвоюється майже миттєво, одразу проникаючи в кореневу систему;

- *Амонійний азот.* Рослинами не засвоюється, а накопичується в ґрунті, під дією тепла та різних мікроорганізмів. Унаслідок чого перетворюється в нітрат. Майже не вимивається, що надважливо для місцевостей, де вода залягає неглибоко. На початку весни його теж можна застосовувати без остраху, що все змие тала вода;

- *Амідний азот.* Легко проникає через листя. Під теплими сонячними променями проходить подвійну трансформацію: в амонійний, а згодом –нітратний вид азоту. Це властивість дозволяє продовжити користь речовини для підгодівлі рослин.

Завдяки такій комбінації, КАС 32 вдало забезпечує рослини пролонгованим азотним живленням протягом вегетації. Суміш містить 50% амідної та по 25% аміачної та нітратної форми. Вони не інертні та не спричиняють втрат азоту. Тому його можна вносити поверхнево (як ми і зробили).

Аміачна вода додавалася культиватором NUTRI-PLACER в нормі 585 л/га (120 кг д. р.). Він виконував передпосівну культивацію з одночасним внесенням рідких добрив.

Аміачна вода – високоефективне добриво. Щодо впливу на врожайність не поступається твердим аміачно-нітратним добривам, а у посушливі роки навіть перевершує їх.

Це розчин технічного аміаку у воді, лужної реакції, в якому частка аміаку складає не менше 25%. Безбарвна або жовтувата рідина з різким запахом, що містить 20-21% азоту. Азот аміачної води краще утримується ґрунтом, ніж амонійний азот твердих добрив. Це дозволяє застосовувати аміачну воду упродовж основного обробітку ґрунту і за передпосівної культивації. До речі, корисна для підживлення просапних культур. Найкращий спосіб внесення в ґрунт – допосівний. Зважаючи на те, що аміачна вода є токсичною рідиною, здатною пошкодити слизову оболонку очей та дихальні шляхи, при роботі з нею необхідно суворо дотримуватись правил техніки безпеки з небезпечними речовинами та охорони праці. Як вище зазначено, передпосівну культивацію на всіх варіантах, окрім 3-го (аміачна вода),

проводили комбінованим агрегатом Kompaktomat FARMET наглибину 6-7 см.

Для підживлення посівів було використано комплексне водорозчинне добриво **Гумілін Стимул** (рис. 2.6). Додавалося при нормі 3 л/га у фенологічні фази 5-7, 7-9 та 5-7 і 7-9 листків (дворазове застосування). Його сировина – концентрат курячого посліду, для отримання якого застосовуються шнекові сепаратори. Технологічний процес відбувався за нормальної температури і тиску, що надважливо для збереження елементів природного комплексу високої біологічної активності. Отже, це добриво з високим та збалансованим вмістом елементів живлення, солей фульво- та гумінової кислоти, амінокислот та фітогормонів.

ЗБАЛАНСОВАНІСТЬ ПО ЕЛЕМЕНТАХ ЖИВЛЕННЯ

Гумілін Стимул

- КОМПЛЕКСНЕ ВОДОРОЗЧИННЕ ДОБРИВО
- СТИМУЛЯТОР РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН
- ДЕФІЦИТ-КОРЕКТОР ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ
- АНТИСТРЕСАНТ

КУЛЬТУРА	СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ	НОРМИ ВИТРАТИ	РЕКОМЕНДОВАНА КІЛЬКІСТЬ ОБРОБОК
Зернові, зернобобові, технічні, олійні, овочеві	Обприскування протягом вегетації	2-3 л/га на 150-250 л води	2-3
Сади та ягідники	Обприскування протягом вегетації	3-5 л/га на 800-1000 л води	2-3
Всі культури	Внесення з поливною водою	4-5 л/га	1-2

Склад	Не менше, г/л
Азот (N)	150
Фосфор	20
Калій	9
Магній	9
Сірка	40
Кальцій	1
Залізо	1
Бор	8
Марганець	6
Цинк	10
Мідь	1
Молибден	2
Солі гумінових та фульвових кислот	40
Бурштинова кислота	3
Амінокислоти	30
Густина	1,21

Рис. 2.6. Опис добрива Гумілін Стимул Серед основних

переваг:

- Повністю розчинний у воді;
- Не лише коригує живлення рослин (коефіцієнт використання елементів живлення становить близько 95%).
- А і підвищує їх стійкість до стресів різного походження;
- Збільшує врожайність на 10–15%, поліпшуючи якісні показники;
- Широкий спектр культур, на яких можна застосовувати;

- Стимулює ріст та розвиток рослин;
- I, насамкінець, сумісний із ЗЗР, стимуляторами росту та мікроелементами.

Математико-статистична обробка експериментальних даних.

Дисперсійний аналіз було розроблено і введено в практику сільськогосподарських досліджень англійським вченим Р.А. Фішером. Дисперсійний аналіз широко використовують в плануванні експерименту та статистичній обробці отриманих результатів, дозволяючи визначити найменшу істотну різницю (НІР) між середніми значеннями.

Вважається, що коефіцієнт успадкування, розрахований за коефіцієнтом регресії, є більш точною величиною, ніж коефіцієнт успадкування, розрахований на основі коефіцієнта кореляції.

Математико-статистично обробку даних, таких як дисперсійний аналіз, визначення коефіцієнтів регресії, кореляції та успадкування виконували згідно методикам у викладенні В. Г. Дідори за допомогою ліцензійних комп'ютерних програм: Microsoft Excel 2016 у комбінації із XLSTAT.

РОЗДІЛ 3

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИНГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

3.1. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одиницями та живлення різними видами позакореневих добрив

Серед завдань кваліфікаційної роботи було встановлення ефективності застосування різних видів позакореневих добрив у технологіях вирощування кукурудзи в Лісостепу України, залежно від погодних умов років проведення досліджень. Результати були обраховані з використанням програмного пакету SAS 9.4. Дисперсійний аналіз здійснювали системою оцінювання за ранговим критерієм Дункана.

Сума накопичених теплових одиниць за вегетаційний період об'єктивніше описує теплові ресурси території, порівняно із сумами позитивних, активних та ефективних температур. Це, зі свого боку, дозволяє точніше встановлювати оптимальні строки сівби та закінчення вегетації культури в умовах регіону проведення досліджень. Внесення азоту кількома прийомами оптимізує живлення рослин кукурудзи, забезпечуючи зростання показників індивідуальної продуктивності та врожайності зерна до 18,6%.

І справді: кукурудза чудово реагує на оптимізацію живлення рослин через підвищення продуктивності [14].

Оптимізація живлення рослин тісно пов'язана зі збереженням родючості ґрунтів, мікробіологічного біорізноманіття та безпекою довкілля [19].

Також встановлено, що за змінних кліматичних умов та технологій вирощування, адаптивність гібридів кукурудзи відіграє важливу роль [44].

Генетичний прогрес за врожаєм зернових культур досягнуто переважно завдяки збільшенню індексу врожайності або збирального індексу. Останній – є важливим показником пристосування сортів та гібридів до місцевих умов

[54].

Кукурудза потребує підвищеного мінерального живлення. Причина: довготривалий вегетаційний період та здатність рослин засвоювати поживні речовини майже до самого завершення досягання зерна [24].

Збалансоване живлення рослин є одним із вагомих чинників підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Добрива – чи не найефективніші джерела поповнення поживних речовин у ґрунті. Дослідженнями науковців доведено, що покращення умов живлення гібридів кукурудзи (шляхом внесення мінеральних добрив) підвищує продуктивність нарощування зеленої маси, що відбувається завдяки інтенсивному формуванню листової поверхні та росту стебла. Це, зі свого боку, сприяє більшому використанню кукурудзою ґрунтової вологи. Звідси і отримання кращого врожаю [11].

За свідченням вчених встановлено, що при внесенні добрив на ранніх стадіях розвитку рослин відмінності у висоті рослини незначні, а у фенологічну фазу цвітіння волоті спостерігається суттєве збільшення висоти рослин та висоти прикріплення нижнього качана [28].

Варто зазначити, що тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежала не лише від виду азотних добрив, але й від позакореневого підживлення посівів (табл. 3.1). В середньому за 2022-2023 рр. гібрид забезпечив дружні сходи на 6-й день після сівби та майже не було різниці за варіантами дослідів. Різниця встановлена у період цвітіння волоті. Тривалість міжфазного періоду сходи – цвітіння волоті гібриду ЕС Конкорд на контролі становила 52 доби.

Встановлена закономірність зростання тривалості міжфазних періодів залежно від позакореневого підживлення посівів. Так, найефективнішим виявилось одноразове підживлення у фенологічну фазу 5-7 листків. Тривалість міжфазного періоду за позакореневої обробки посівів у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні добрива КАС 32 становила 56 діб, а відтак збільшився міжфазний період молочна - повна стиглість на 5 діб та тривалість вегетаційного періоду гібриду - 113 діб.

Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів залежно від позакореневого підживлення посівів (середнє за 2022-2023 рр.), діб

Підживлення	Сівба – сходи	Сходи - цвітіння волоті	Цвітіння волоті – молочна стиглість	Молочна – повна стиглість	Тривалість вегетаційного періоду
ЕС Конкорд					
Без обробки – контроль	6	52	16	29	103
Аміачна вода + 5-7 л	6	54	17	31	109
Аміачна вода + 7-9 л	6	53	16	32	107
Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л	6	52	16	32	106
КАС + 5-7 л	6	56	17	34	113
КАС + 7-9 л	6	55	17	33	111
КАС + 5-7 та 7-9 л	6	54	16	32	110
Карбамід + 5-7 л	6	56	17	32	111
Карбамід + 7-9 л	6	53	17	33	109
Карбамід + 5-7 + 7-9 л	6	52	16	33	107

Подібна закономірність спостерігалася і за підживлення посівів Гумілін Стимул на фоні аміачної води та карбаміду. За даних варіантів зростає і тривалість вегетаційного періоду на 6-8 діб.

Нами проведені біометричні вимірювання висоти рослин гібридів кукурудзи у другому досліді позакореневого підживлення посівів добривом Гумілін Стимул та виявлено його позитивний вплив на динаміку висоти рослин (табл. 3.2).

Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин гібридів
кукурудзи, см

Гібрид	Варіант	Рік	
	Підживлення	2022	2023
ЕС Конкорд	Без обробки – контроль	258,61	262,23
	Аміачна вода + 5-7 л	271,73	287,16
	Аміачна вода + 7-9 л	269,83	274,51
	Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л	265,54	271,32
	КАС + 5-7 л	275,08	294,00
	КАС + 7-9 л	273,11	284,43
	КАС + 5-7 та 7-9 л	269,56	274,61
	Карбамід + 5-7 л	263,07	278,03
	Карбамід + 7-9 л	260,23	291,28
	Карбамід + 5-7 + 7-9 л	259,67	264,52

В середньому за роки досліджень у гібриду ЕС Конкорд прирости висоти щодо варіанта контролю становили: на фоні добрива аміачної води – 21,78%; КАС32 – 26,07 та карбамід 11,49%.

Зазначені величини приростів висоти засвідчують ефективність позакореневого підживлення посівів кукурудзи у фенологічну фазу 5-7 листків (ВВСН 15-17) та одноразового застосування підживлення.

3.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від застосування позакореневого підживлення

Добрива – чи не найважливіший чинник інтенсифікації виробництва

зерна кукурудзи. Проте недостатньо застосовувати лише традиційні мінеральні добрива. Адже рослини дуже потребують мікроелементів, ринок яких наразі стрімко розвивається. Причина: зменшення у ґрунтах вмісту доступних форм мікроелементів. Ця необхідність обумовлена і тим, що у виробництві вирощуються переважно нові гібриди інтенсивного типу, високопродуктивні, які вимагають підвищених норм добрив та комплексного забезпечення макро- та мікроелементами [33].

Не секрет, що саме добрива є одним з найефективніших та швидкодіючих факторів підвищення врожайності.

Результати досліджень, проведені Дудкою М. та Черчелем В. підтверджують дієвість позакореневих підживлень на посівах кукурудзи. На ранніх етапах онтогенезу (до 9-10 листків) вони використовують відносно невелику кількість (3-9%) макроелементів. Найбільше їхнє надходження (42-81%) припадає на період активного нарощування вегетативної маси [19]. Найінтенсивніше поглинання азоту відбувається у період від появи 10-12 листків до молочної стиглості зерна. Максимум поглинання рослинами калію відбувається у першій половині вегетації культури. Надалі споживання азоту і калію уповільнюється, і з настанням фази молочно-воскової стиглості практично завершується. Фосфор використовується більш рівномірно майже до повної стиглості зерна

Циковим В. С. зі співавторами встановлено, що озерненість качана значно підвищується за збільшення дози мінерального добрива та позакореневого підживлення рослин мікроелементними препаратами.

Також багато важать процеси формування структурних елементів врожаю, що залежать від некерованих факторів середовища.

Урожайність кукурудзи має прямо пропорційну залежність з науково-обґрунтованою системою удобрення, яка повинна бути спрямованою не лише на економію мінеральних добрив, зважаючи на стрімке зростання цін на них, але й на визначення ефективніших їх форм, зокрема азотних, з урахуванням типу ґрунту.

Таблиця 3.3.

Структура врожайності гібридів кукурудзи залежно від обробки посівів добривом Гумілін Стимул, 2022 р.

Варіант удобрення	Кількість рядів, шт.	Кількість зерен у ряду, шт.	Кількість зерен у качані, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
ЕС Конкорд						
Без обробки – контроль	14	30	420	114,6	273	6,3
Аміачна вода + 5-7 л	14	33	462	136,2	295	7,4
Аміачна вода + 7-9 л	14	32	448	123,2	275	6,7
Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л	14	33	462	127,0	275	6,9
КАС + 5-7 л	14	35	490	144,5	295	7,9
КАС + 7-9 л	14	34	476	136,1	286	7,4
КАС + 5-7 та 7-9 л	14	36	504	141,1	280	7,7
Карбамід + 5-7 л	14	35	490	139,6	285	7,6
Карбамід + 7-9 л	14	33	462	133,9	290	7,3
Карбамід + 5-7 та 7-9 л	14	34	476	136,6	287	7,5
<i>НІР₀₅</i>	–	<i>1,71</i>	<i>23,96</i>	<i>9,07</i>	<i>8,08</i>	<i>0,49</i>

Повернімося до підсумків наукових досліджень. В них мовилося про вплив виду азотних добрив на елементи структури врожаю. Проте серед завдань досліджень було також з'ясування дії добрива органічного походження макро- та мікроелементного складу (аміачна вода, КАС 32, карбамід) на елементи структури врожаю зерна кукурудзи. Поза тим, ставилось за мету виявити кратність обробок і фенологічну фазу їх застосування. Результати проведених досліджень узагальнено та наведено (табл. 3.3. – 3.4.).

Таблиця 3.4.

Структура врожайності гібридів кукурудзи залежно від обробки посівів добривом Гумілін Стимул, 2023 р.

Варіант удобрення	Кількість рядів, шт.	Кількість зерен у ряду, шт.	Кількість зерен у качані, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність т/га
ЕС Конкорд						
Без обробки – контроль	14	35	490	139,6	285	7,6
Аміачна вода + 5-7 л	14	36	504	153,7	305	8,4
Аміачна вода + 7-9 л	14	34	476	140,4	295	7,7
Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л	14	35	490	148,4	303	8,1
КАС + 5-7 л	14	38	546	167,5	315	9,2
КАС + 7-9 л	14	36	504	157,2	312	8,6
КАС + 5-7 та 7-9 л	14	38	546	162,2	305	8,9
Карбамід + 5-7 л	14	37	518	164,7	318	9,0
Карбамід + 7-9 л	14	36	504	151,2	300	8,3
Карбамід + 5-7 та 7-9 л	14	37	518	159,5	308	8,7
<i>НІР₀₅</i>	–	<i>1,31</i>	<i>18,38</i>	<i>9,60</i>	<i>9,72</i>	<i>0,53</i>

Тепер доцільно згадати про масу зерна з качана, як одного з важливих показників структури врожаю та передумови формування високої урожайності зерна. Встановлено, що найбільшу масу зерна з качана за застосування добрива Гумілін Стимул гібрид формував за одноразового підживлення посівів у фенологічну фазу 5-7 листків (ВВСН 15-17) за міжнародною шкалою. Так, найбільша маса зерна з качана була сформована гібридом ЕС Конкорд у 2022 році - 174,7 г. Гібрид перевищив варіант контролю (139,6 г) на 35,1 та 27,9 г.

Маса зерна з качана змінювалася залежно від фону азотного добрива та

підживлення посівів кукурудзи добривом Гумілін Стимул. Варто зазначити, що внесення останнього (дворазово та у більш пізню фазу) найменш ефективне.

Подібна закономірність була у зростанні показника і у гібриду ЕС Конкорд. Проте величини показників були іншими: у фенологічну фазу 5-7 листків - 25,1%; фенологічну фазу 7-9 листків - 5,7% та за дворазового застосування (5-7 та 7-9 листків) - 11,2%.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

4.1. Економічна ефективність технології вирощування кукурудзи за позакореневого підживлення посівів

Сучасне рослинництво базується на виробництві продукції з мінімальними матеріальними витратами з розрахунку на її одиницю. Це й передбачає визначення економічної ефективності, за якої враховується кількісне і якісне співвідношення між витратами та отриманим ефектом шляхом встановлення загальної структури витрат, вартості виробництва валової продукції, а також величини отриманого прибутку, собівартості виробленої продукції та рівня її рентабельності.

Результативність технології вирощування сільськогосподарської культури характеризується як абсолютною урожайністю, так і її економічною ефективністю загалом. Не менш важливе впровадження окремих технологічних інновацій [44].

Підвищення урожайності кукурудзи перебуває в тісному корелятивному зв'язку з нормою азотних добрив, дієвість яких зростає за комбінованого застосування азотних добрив та інгібіторів уреаз, біологічних препаратів, зменшуючих пряму залежність від норм азотних добрив [44]. Добрива біологічного походження та отримані внаслідок вторинної переробки набувають широкого використання у виробництві та потребують наукового пояснення їх актуальності [49].

Продемонстровано ефективність, спосіб виробництва, механізм та потенційну дію мікрогранул добрив. Їм притаманне контрольоване вивільнення інгредієнтів, отриманих із термічно оброблених кісткових відходів та білка. Добриво, запропонованого механізму дії, може успішно застосовуватися при підживленні рослин кукурудзи, вирощеної в районах циклічного дефіциту вологи.

Оптимізація живлення рослин тісно пов'язана зі збереженням родючості ґрунтів, мікробіологічного біорізноманіття та безпекою довкілля [48].

За оцінювання ефективності методики вирощування сільськогосподарських культур в сьогочасних умовах, доречно брати до уваги не абсолютний врожай, а збалансоване співвідношення вартості технології та отриманої продукції. Рекордні врожаї рідко обґрунтовані економічно. З огляду на сильну позитивну реакцію кукурудзи на добрива, не зайве і економічне підтвердження продуктивності добрив та встановлення порогу доцільності. Тобто, замало обмежитись точкою беззбитковості [48].

Серед основних критеріїв економічної ефективності, запроваджених елементів у методиках вирощування, варто відзначити окупність витрат отриманим умовно чистим прибутком. Через те, що рівень ресурсного забезпечення аграрних підприємств неоднаковий, то для визначення результативності застосованих заходів слід розрахувати економічні показники технології вирощування.

Без виробництва продукції з мінімальними матеріальними затратами на її одиницю неможливо уявити сучасне рослинництво з економічного погляду. Варто зважати на кількісне і якісне співвідношення між затратами та отриманим ефектом. Основними показниками для його визначення є встановлення:

- 1) загальної структури витрат, вартості виробництва валової продукції, а також величини отриманого прибутку;
- 2) собівартості виробленої продукції та рівня її рентабельності
(Ефективні рішення вирощування кукурудзи та сої: вебсайт. URL: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/efektivni-risenna-virosuvanna-kukurudzi-ta-soi> (дата звернення: 24.04.2017).

За результатами Ільїна В. Ю., у підвищенні продуктивності кукурудзи надважливий добір високопродуктивних гібридів та застосування добрив нового покоління макро- та мікроелементного складу, нанодобрив та

продовженої дії. Це, своєю чергою, забезпечує цільове використання рослинами елементів живлення [44]. Рекомендовано обирати гібриди інтенсивного типу, стресостійкі та адаптивні до умов вирощування.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність вирощування гібриду кукурудзи ЕС Конкорд залежновід обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, середнє за 2022-2023 рр.

Варіант підживлення	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість	Умовно чистий прибуток,	Рівень рентабельності, %
Без обробки – контроль	6,9	21390	9900	1435	11490	116
Аміачна вода + 5-7 л	7,9	24490	10000	1266	14490	145
Аміачна вода + 7-9 л	7,2	22320	10100	1403	12220	121
Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л	7,5	23250	10150	1353	13100	129
КАС 32 + 5-7 л	8,5	26350	10000	1176	16350	164
КАС 32 + 7-9 л	8,0	24800	10100	1263	14700	146
КАС 32 + 5-7 та 7-9 л	8,3	25730	10150	1223	15580	153
Карбамід + 5-7 л	8,3	25730	10000	1205	15730	157
Карбамід + 7-9 л	7,8	24180	10100	1295	14080	139
Карбамід + 5-7 та 7-9 л	8,1	25110	10150	1253	14960	147

Затрати на 1 гектар посіву в умовах дослідного поля становили від 9900 до 10150 гривень. Найменші виробничі витрати були отримані на контрольному варіанті, а найвищі витрати відзначалися у варіанті, де проводилось підживлення добривом " Аміачна вода + 5-7 та 7-9 л, КАС 32 + 5-7 та 7-9 л, Карбамід + 5-7 та 7-9 л. Тобто виробничі витрати збільшувалися завдяки збиранню та доробці врожаю.

Умовно чистий прибуток від вирощуваного гібрида кукурудзи знаходився в межах від 14490 до 16350 гривень.

Рівень рентабельності вирощуваного гібрида був високим і знаходився в межах від 116 до 164%. Найвищий рівень рентабельності відзначався у КАС 32 + 5-7 л, відповідно, найнижчі показники були на контрольному варіанті.

Проаналізувавши дослідження у 2022-2023 рр., встановлено ефективність застосування азотного добрива КАС 32 при вирощуванні кукурудзи залежновід обробки посівів препаратом Гумілін Стимул на темно-сірих опідзолених ґрунтах Лісостепу Правобережного. Завдяки чому отримано найбільший умовно чистий прибуток у гібриду ЕС Конкорд – 16350 грн/га з рівнемрентабельності 164%.

ВИСНОВКИ

Встановлено, внесення позакореневих підживлень декількома прийомами оптимізує живлення рослин кукурудзи, забезпечуючи зростання показників індивідуальної продуктивності та врожайності зерна до 18,6%.

Продемонстровано ефективну дію на елементи структури врожаю застосування добрива Гумілін Стимул у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні трьох видів азотних добрив та діаміфоски у гібриду ЕС Конкорд за варіанту застосування КАС 32. Проте показник маси зерна з качана був нижчим на 7,0 г, порівняно з варіантом внесення карбаміду, і на 18,4 г - за внесення аміачної води.

Варто відзначити, що важлива роль у формуванні урожайності кукурудзи належала елементам мінерального живлення рослин, серед яких чільне місце займає азот. Проте засвоєння його рослинами значною мірою визначається гідротермічними умовами року. А рівень урожайності мав суттєву різницю залежно від виду азотних добрив та погодних умов. Найсприятливішим для росту, розвитку та формування урожайності кукурудзи виявився 2023-й. За цього року максимальна урожайність гібриду ЕС Конкорд становила 9,2 т/га за варіанту застосування добрив КАС 32 у нормі 120 кг/га д. р., що перевищило показник рівня урожайності на контролі на 1,6 т/га.

Найбільший позитивний ефект від застосування добрива Гумілін Стимул у нормі 3 л/га показав варіант застосування підживлення у фенологічну фазу 5-7 листків (ВВСН 15-17) та одноразового внесення. Рівень урожайності в середньому за два роки у гібриду ЕС Конкорд за даного варіанту складав 8,5 т/га а найвищий у 2023 році – 9,2 т/га.

Застосування азотних добрив забезпечило отримання найбільшого умовно чистого прибутку гібриду кукурудзи ЕС Конкорд – 16350 тис. грн/га. Рівень рентабельності за внесення аміачної води та карбаміду становив 164%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На темно-сірих опідзолених ґрунтах Правобережного Лісостепу України, задля реалізації генетичного потенціалу продуктивності кукурудзи, бажано впроваджувати у виробництво високопродуктивний гібрид ЕС Конкорд.

Посівам кукурудзи корисне позакореневе підживлення. Тож, обирати слід добриво органічного походження, макро- та мікроелементного складу – Гумілін Стимул 3 л/га. Застосовувати у фенологічну фазу 5-7 листків одноразово, з нормою внесення на фоні КАС 32 + 5-7 л.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adamchuk Y., Kravchenko N., Kolisnyk O., Aralova. T., Protasov O., Dubovyk O., Dubovyk I., Stavytskyi A. The efficiency of urea-ammonium nitrate application in inter-row feeding in maize cultivation. *Modern Phytomorphology*. 2023. №17, P. 113-117.
2. Кирпа М.Я. Стасів О.Ф. Базілева Ю.С. Колісник О.М. Способи зберігання зерна кукурудзи в сховищах різного типу. *Сільське господарство та лісівництво* 2021. №1 (20). С. 155-169. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-1-12.
3. Колісник О.М. Створення простих гібридів кукурудзи з різною стійкістю до хвороб і шкідників. *Зрошуване землеробство*. 2019. Випуск 71. С. 71-75
4. Mazyr V.A, Kolisnyk O.M. Yakovets L.A. Dilial analysis of the combination capacity of resistance to diseases and pests of the source selection corn material. *Сільське господарство та лісівництво* 2021. №2 (21). С. 233-244. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-2-19
5. Надь Янош. *Кукурудза Янош Надь*. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2012. 580с.
6. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. *Кукурудза; селекція та вирощування гібридів*. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.
7. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О.М. *Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій* Вінниця: «Друк», 2023. 296 с.
8. Паламарчук В.Д., Колісник О.М *Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та еколого безпечного розвитку сільських територій* Вінниця: «Друк», 2022. 372 с.
9. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. *Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика)*. Вінниця: «Друк», 2022. 392 с.

10. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, «Друк» 2020. 536 с.
Пащенко Ю.М., Кордін О.І., Скринник Я.Т. Ефективність застосування комплексних мікро- та макро добрив в технології вирощування кукурудзи. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве : сб. материалов междунар. конф. Киев : Экспоцентр Украины, 2007. С. 16-18.
11. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкін О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
12. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Київ : Нілан-ЛТД, 2021. 300 с.
13. Пиляк В. І., Нікіпелова О. М. Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрив на основі осадів стічних вод. *Таврійський науковий вісник*. 2021. №119. С. 56–61. doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.8
14. Писаренко П. В., Біляєва І. М., Пілярський В. Г. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. *Миронівський вісник*. 2015. №1. С. 243-251.
15. Полевой А. Н., Адаменко Т. И. Моделирование формирования урожая кукурузы. *Метеорология, климатология и гидрология*. 2002. Вип. 46. С. 149-154.
16. Пономаренко С. П. Біотехнології - резерв врожаю 2010. *Зерно*. вересень, 2009. С. 6-7.
17. Петриченко В. П. Рідкі азотні добрива на кукурудзі – основа стабільних врожаїв. *Агроном*. 2019. №7. С. 31-34.
18. Присяжнюк Л.М., Шовгун О.О., Король Л.В. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays L.*) в умовах Полісся та Степу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. С. 16-21.

- 19.Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур: навч. посіб. О. А. Дереча та ін. Житомир : Полісся, 2005. 187 с.
- 20.Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М.; Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії. Харків Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.
- 21.Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М. Дослідна справа в агрономії. Харків : Майдан, 2016. Книга 2: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. 298 с.
- 22.Санін Ю. (2010). Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи URL: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=3288>
- 23.Санін Ю. В., Санін В. А. Позакореневе підживлення сільськогосподарських культур макроелементами. *Зерно*. 2014. №6. С. 44-48.
- 24.Санін Ю.В., Санін В.А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. №6 (229). Березень 2012. URL: www.agro-business.com.ua.
- 25.Санін Ю. В. Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. *Пропозиція*. 2010. №5. С. 20-22.
- 26.Серіков В. О. Селекція нових гібридів кукурудзи та особливості їх насінництва в Степовій зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 60. С. 31-37.
- 27.Сільське господарство www.statista.com (дата звернення 10.06.2022).
- 28.Сільське господарство України. Статистичний збірник за ред. Ю. М. Остапчука. К. Держ. комітет статистики України, 2008. 391 с.
- 29.Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. Б. В. Дзюбецький, В. С. Рибка, В. Ю. Черчель, Н. О. Ляшенко. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 53. С. 27-35.
- 30.Скринник Я. Т. Особливості застосування комплексних рідких добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюл. ін-ту зернового господарства*. 2010. №39. С. 103-106.
- 31.Сорт і його значення в підвищенні врожайності В.В. Шелепов та ін..

- Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ : Алефа, 2006. 140 с.
32. Статистика продовольства та сільського господарства <https://www.fao.org/faostat> (дата звернення 11.05.2022).
 33. Стоцька С. Біоенергетична оцінка технології вирощування конюшинилучної на листостеблову масу в умовах Полісся. Житомирський національний агроекологічний університет. 2010. С. 33-45.
 34. Талавиря М. П. Розвиток біорієнтованої економіки на науковій основі. Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Економіка. 2015. Вип. 1 (45). Т. 2. Ужгород. 2015. С. 225-230.
 35. Танчик С. П., Мокрієнко В. А. Формування оптимальної площі асиміляційної поверхні - запорука високих врожаїв зерна кукурудзи. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2008. №4. 12 с.
 36. Технології виробництва продукції рослинництва : метод. посіб. з лаб.-практ. занять О. Ф. Смаглій та ін. Житомир : Євенок О. О., 2014. Ч. 2. Основи землеробства. 144 с.
 37. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрив. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту. 2016. С. 26-31, 123.
 38. Труфанов О. Мікроелементи, хелати, мікродобрива. Пропозиція. 2013. №5 (215). С. 63-65.
 39. Удосконалена методика визначення доз мінеральних добрив на запланований рівень урожаю сільськогосподарських культур при зрошенні : наук.-метод. рек. Р. А. Вожегова, І. Д. Філіп'єв, О. М. Димов, В. В. Гамаюнова. Херсон Айлант, 2012. 14 с.
 40. Україна входить до числа країн-лідерів за виробництвом кукурудзи в світі. Електронний ресурс: <https://superagronom.com/news/9446-ukrayina-vhodit-do-krayin-lideriv-za-virobnitstvom-kukurudzi-v-sviti>
 41. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби І. В. Михаленко, В. Г. Найд'юнов, В. М. Нижеголенко, В. О. Ярмак. Зрошуване землеробство. 2013. Вип. 59. С. 39-43.
 42. Фурдичко О. І., Дребот О. І. Про пріоритетність екологоекономічних досліджень в аграрній науці й виробництві. Вісник аграрної науки. 2012.

- №6. С. 5-9.
43. Ходаницька О.О., Колісник О.М. Вплив регуляторів росту на процеси проростання насіння кукурудзи Trends of modern science -2020. May 30 -June 7, С. 38-40.
 44. Хром'як В. М. Оптимізація гібридного складу кукурудзи в умовах східної частини Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.- г. наук. Харків, 2005. 18 с.
 45. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2017. Т. 1. №1. С. 75-79.
 46. Циков В. С., Рибка В. С., Альохін В. І. Питання підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в ринкових умовах. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 1999. №8. С. 55-59.
 47. Шимкова М. Світовий ринок кукурудзи та місце України в ньому. Електронний ресурс: <https://pricereview.com.ua/articles/svitovij-rinok-kukurudzi-ta-misce-ukra%D1%97ni-na-nomu>
 48. Шпаар Д. та ін. (2009). Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К. : Альфа-стевія ЛТД., 2009. 396 с.
 49. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ : Альфа-стевія ЛТД. 2009. 396 с.
 50. Шпар Д., Гінапп К., Дрегер Д., Захаренко А., Каленська С. Кукурудза: вирощування, збирання, консервування і використання. 2009. Київ : Альфа-стевія ЛТД. 2010. С. 42-48.
 51. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агронія і біологія. 2013. №11. С. 213-217.
 52. Якунін О. П., Пашенко Ю. М., Рибка В. С. Ефективність вирощування гібридів кукурудзи в різних технологічних системах. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. 2005. №1. С. 7-11.
 53. Якунін О. П. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування

- гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. *Екологія, рослинництво, землеробство*. 2010. №1. С. 7-10.
54. Яжунін О. П., Котченко М. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2007. №2. С. 13-16.
55. Ямковий В. Сучасні позакореневі мікродобрива для сільськогосподарських культур. *Агроном*. 2015. №4. С. 40-43.

ДОДАТКИ

Дисперсійний аналіз даних таблиці 3.4.

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від

позакореневих підживлень, за 2022-2023 рр.

для мікродобрива «Гумілін Стимул»

<i>ИТОГИ</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Строка 1	4	42,3	10,575	0,075833
Строка 2	4	38,6	9,65	0,056667
Строка 3	4	42,1	10,525	0,075833
Столбец 1	3	30,6	10,2	0,43
Столбец 2	3	30,9	10,3	0,21
Столбец 3	3	31	10,33333	0,163333
Столбец 4	3	30,5	10,16667	0,563333

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Строки	2,165	2	1,0825	11,42815	0,008989	5,143253
Столбцы	0,056667	3	0,018889	0,199413	0,893134	4,757063
Погрешность	0,568333	6	0,094722			
Итого	2,79	11				

Помилка середньої 0,0153885
 Помилка різниці середніх при попарному порівнянні 0,0217626
 A =0,16
 B=0,08
 Найменша істотна різниця, т/га AB =0,17