МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Денна форма навчання

Кафедра загального землеробства

Допущено до захисту
„____” _____ 2023 р.
Зав. кафедрою, доцент
_____ Карнаух О.Б.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ У СІВОЗМІНІ РІЗНИХ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав студент ІІ курсу, групи 25-м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
Карпов Денис Віталійович
Керівник – доцент Новак А.В.

Умань – 2023

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП……... 4

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ (огляд літератури) ……..…….. 7

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 15

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика кукурудзи …….. 15

2.2. Особливості гібриду Донор МВ …….. 16

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…… 17

3.1. Характеристика ґрунту…… 17

3.2. Погодні умови в роки проведення досліджень ……. 18

3.3. Схема досліду…… 20

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи у досліді…….... 20

3.5. Методика проведення досліджень…….. 21

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 23

4.1. Баланс азоту при удобрюванні кукурудзи на силос……... 23

4.2. Баланс фосфору при удобрюванні кукурудзи на силос…….. 29

4.3. Баланс калію при удобрюванні кукурудзи на силос……... 34

4.4. Вплив добрив на врожайність зеленої маси кукурудзи на силос …..……..……. 39

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ НОРМ ГНОЮ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗУ НА СИЛОС …… 43

РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС ……..…..……. 46

РОЗДІЛ 7. ВИРОЩУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК ЗАПОРУКА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СИЛОСНОЇ КУКУРУДЗИ …….. 50
ВИСНОВКИ 53
ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ …… 54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 55
ДОДАТКИ 61

ВСТУП

Світові площі висіву кормових культур зростають щороку, що не є бажаним, оскільки це спричиняє зменшення площ під інші сільськогосподарські культури. Однак це вказує на необхідність використання високопродуктивних кормових рослин, а також збільшення виробництва кормів з орних земель шляхом підвищення їхньої урожайності. Основними кормовими культурами в Україні є багаторічні та однорічні трави, кукурудза для силосу або зеленого корму та коренеплоди кормові.

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального використання, яку вирощують для продовольчих, кормових та технічних потреб. У інших країнах світу для продовольчого використання використовується приблизно 20% зерна кукурудзи, для технічних потреб – 15–20%, а для худоби – 60–65% [1].

Кукурудза (Zea mays) є однією з стародавніх культур рослинництва, яку вважають батьківщиною Центральної і Південної Америки, особливо в зоні тропіків і субтропіків. Це підтверджено археологічними розкопками та генетичними дослідженнями. Ще до початку колоніального періоду кукурудза була основною продовольчою культурою для аборигенів, що мешкали у цих регіонах. Христофор Колумб надав повідомлення про цю нову культуру незабаром після свого відкриття Америки. Перші зразки кукурудзи потрапили до Європи у кінці XV століття [2].

У самому початку свого вирощування кукурудзу вважали рідкісною рослиною для декоративного використання. Проте з часом у Франції, Італії та Португалії її визнали важливою продовольчою культурою, а потім і кормовою. У XVI столітті ця культура швидко поширилася в регіонах з благоприятним кліматом для вирощування, зокрема в Північній Африці, Індії та Китаї, і в Україні її стали вирощувати з XVII століття.

Сьогодні завдяки високорозвиненій генетиці та технологіям вирощування фермери досягають значних показників урожайності цієї культури. Сучасне використання кукурудзи має широкий спектр застосувань, і цю зернову культуру важко переоцінити. Потреба у кукурудзі та можливості її використання не обмежуються лише споживанням як продукту харчування, як це було раніше. Кукурудза у наш час є однією з основних зернових культур, активно використовуваною у харчовій, тваринницькій та медичній галузях [3].

Використання кукурудзи для різних людських потреб є надзвичайно різноманітним та має свою власну складну природу. Це охоплює не тільки попкорн та виробництво олії, а також її використання у тваринництві як цінної кормової культури. Кукурудза знайшла своє практичне використання навіть у сфері екологічного захисту, зокрема, через сучасні технології виготовлення біоетанолу. Ці тенденції, що призводять до зростання світового попиту на цю зернову культуру, мотивують сільськогосподарських виробників до розширення виробництва кукурудзи [4, 5].

Актуальність теми. Виробництво кукурудзи стає актуальним з огляду на високий потенціал урожайності цієї культури у зеленій масі. Однак існуючі сучасні технології не завжди забезпечують повне використання її біологічного потенціалу під час вирощування. Це призводить до того, що фактична врожайність кукурудзи суттєво відстає від її потенційних можливостей. Одержати оптимальний врожай важливо, використовуючи всі доступні фактори для інтенсифікації вирощування, зокрема шляхом створення зональних технологій вирощування, оптимальних за поживним режимом ґрунту та інших ефективних елементів технології, які сприятимуть кращому формуванню кукурудзою максимальної кількості зеленої листяно-стеблової маси.

Враховуючи вищезазначене, повстає необхідність управління продуктивністю агрофітоценозів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, базуючись на аналізі агрохімічної характеристики та оптимізації живлення, з урахуванням біологічних особливостей кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів

Досліджено науково обґрунтовані стратегії оптимізації живлення рослин кукурудзи для гібриду Донор МВ. Вивчено вплив використання різних доз мінеральних добрив на показники балансу макроелементів у живленні та врожайність силосної кукурудзи.

Практичне значення одержаних результатів

Результати цього дослідження мають практичне значення, оскільки автор визначив оптимальні дози мінеральних добрив для використання під кукурудзу з метою отримання найвищого урожаю зеленої маси, враховуючи агрохімічні характеристики ґрунту.

Основні висновки та результати дипломної роботи були представлені в збірнику студентських наукових праць, а також були презентовані під час виступу на студентській науковій конференції в УНУС (2023 рік) та під час засідання студентського наукового гуртка.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ
(огляд літератури)

Для успішного розвитку сільськогосподарського сектору в Україні необхідно ефективно використовувати усі орні землі, впроваджуючи сучасні технології вирощування рослин. Це сприятиме отриманню конкурентоспроможної продукції. Важливим аспектом є використання добрив, оскільки їх внесення дозволить значно підвищити продуктивність польових культур, враховуючи агрокліматичні умови та типи ґрунтів.

У наукових дослідженнях Гудзя В.П. [6] підкреслено, що рівень урожайності та якість продукції залежать від правильного поєднання агротехнічних заходів та вибору сортів, особливо, враховуючи ґрунтово-кліматичні умови.

Агротехнічні методи, змінюючи умови розвитку рослин, сприяють формуванню добре розвиненої кореневої системи, що дозволяє забезпечити надземну частину рослин необхідною вологою та поживними речовинами для отримання високоякісного врожаю. Тому дослідники звертають увагу на ці аспекти при розробці вирощування культур, про що свідчать багато публікацій про кукурудзу [7].

У сучасних умовах світового ринку зернових, зокрема кукурудзи, Україна має високий потенціал лідерства, але на перешкоді стоїть нестабільність врожайності. Цей низький рівень урожайності обумовлений комплексом метеорологічних, агротехнічних та агробіологічних факторів. Одним з ключових чинників є недостатнє мінеральне живлення рослин кукурудзи [8].

Досягнення високих валових зборів силосної кукурудзи можливе завдяки впровадженню енергозберігаючих та екологічно безпечних інтенсивних технологій. Важливо використовувати високоврожайні сорти і гібриди, а також

ефективно проводити всі роботи з вирощування на високому агротехнічному рівні [9].

Сучасна аграрна практика неможлива без застосування добрив для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур у будь-яких природно-кліматичних зонах. Однак ефективність використання азотних добрив з мінеральних ресурсів наразі не перевищує 50%, а фосфорних ще менше – близько 30% [10].

У зв'язку із зростаючим попитом на кукурудзу, який охоплює як внутрішній, так і зовнішній ринки, валовий збір цієї культури повинен збільшуватися у найближчі роки завдяки підвищенню врожайності та розширенню та стабілізації посівних площ [11].

Дослідники, такі як Даниленко Ю.П., Любименко Т.А. [12] та Бомба М.І., Бомба М.Я. [13], вказують на важливість удосконалення технології вирощування кукурудзи як ключового фактора для підвищення врожайності. Це включає якісний обробіток ґрунту, оптимальне внесення добрив, використання гербіцидів та вирощування сортів і гібридів, адаптованих для даної зони.

Ефективна підготовка ґрунту, на якому ростиме кукурудза, є ключовим аспектом для її успішного вирощування. Проблеми, такі як ущільнення ґрунту, негативно впливають на врожайність. Різні фактори, такі як посуха, можуть впливати на втрату до 1/4 врожаю, а нерівномірність сходів може викликати втрати до 20%. Забезпечення поживними речовинами є також важливим для урожайності кукурудзи [14].

При здійсненні поверхневого обробітку ґрунту, корені кукурудзи не проникають глибоко та мають обмежений розвиток головних коренів. У глибших шарах ґрунту, як правило, створюються невигідні умови, такі як недостатній доступ повітря та уповільнення процесів мінералізації азоту. Також негативно на розвиток кореневої системи кукурудзи впливає значна кількість неповністю розкладених решток попередніх культур. Це може призвести до

недостатнього розвитку основних та бокових коренів та, відповідно, зменшення ваги тисячі насінин та приросту врожаю [15].

Кукурудза найкраще росте та формує високі урожаї на ґрунтах, які багаті мінеральними формами азоту та мають хороші фізико-хімічні властивості. Особливо сприятливо для її росту на пухких ґрунтах, які мають добре проникнення повітря та води. Кукурудза гірше розвивається на засолених, важких та затоплених ґрунтах [16].

Питання щодо удобрення кукурудзи досліджуались такими науковцями як Кузьменко Ю. [78], Слюдєєв Ю.А. [18], Салмін Л.Н. [19], Пестряков А.М. [20], які рекомендували агротехніку, що включала у себе зяблеву оранку на глибину (27–30см) у залежності як від структури ґрунту тау і умов погоди.

Останнім часом рекомендується використання технології мінімального обробітку, в якій не виконується рівняння поверхні ґрунту після неглибокої оранки. Перед посівом проводиться підготовка ґрунту на глибину висіву насіння для створення ліжка для насіння. Добрива вносяться з урахуванням запланованого врожаю та розподіляються наступним чином: основна частина (під час оранки) – 50%, під час посіву – 25%, під час догляду (додаткове удобрення) – 25%.

Ключове значення технології в успішному вирощуванні кукурудзи відзначають Ковальов М. та Зайцев О. [21]. Вони стверджують, що при екстенсивному способі вирощування урожайність на 40% залежить від родючості ґрунту, на 20% - від погодних умов і лише на 10% - від використання добрив. У разі інтенсивної технології ці показники становлять відповідно 10%, 10% та 30%. На чорноземних ґрунтах для вирощування кукурудзи рекомендується вносити добрива у кількості N60–90P60K60, враховуючи оптимальний вміст P_2O_5 та K_2O в ґрунті.

Деякі дослідники [22] відзначають кукурудзу як одну з небагатьох культур в Україні, якій приділяється значна увага в галузі селекції. Це

зумовлено перш за все сприятливими умовами для культивування різних сортів та гібридів цієї культури.

Інші автори [23] наголошують, що кукурудза є ключовою культурою, становлячи приблизно 1/3 світового виробництва всіх зернових. Її називають "царицею полів". Порівняно з іншими зерновими культурами, кукурудза має найвищі врожаї, які в останні роки досягли 12–15 т/га, особливо в США, Чилі, Новій Зеландії та інших країнах. Головні посівні площі під кукурудзу знаходяться в Північній Америці, Китаї та Бразилії. Світовий обсяг експорту-імпорту склав близько 75 млн. тонн, з яких приблизно 60% йдуть на ринок США, Аргентини та Китаю. Однак ці країни не стали основними ринками збуту для української кукурудзи. Споживачі найбільше попитають сировину з Північної та Південної Америки.

Кукурудза є універсальною та високопродуктивною культурою, яку вирощують для отримання зерна та силосної зеленої маси. Незважаючи на високу енергоємність вирощування, площі кукурудзи в світі перевищують 100 млн. га, а загальний збір становить 550 млн. тонн [24].

Розрахунки для України показують, що кукурудзу на зерно слід висівати на площі 1 млн. га, а не менше 2 млн. га - на силос. Важливо переходити на світові стандарти вирощування кукурудзи для силосу, щоб досягти зернової продуктивності від 80 до 100 ц/га та урожайності зеленої маси від 360 до 410 ц/га [25].

Кукурудза, яка є досить стійкою до посухи культурою, активно вбирає вологу з глибоко розвиненої кореневої системи та позитивно реагує на внесені добрива. Однак, вчені мають різні точки зору на ефективність внесених добрив залежно від розподілу основних елементів живлення. Деякі вчені вважають, що норми азоту, фосфору і калію повинні бути рівнозначними, тоді як інші надають перевагу збільшеним нормам азоту. Органічні добрива мають важливе значення, оскільки позитивно впливають на наступні культури [26].

Завдяки добре розвиненій кореневій системі кукурудза може ефективно поглинати поживні речовини з досить великого об'єму ґрунту. Для формування врожаю кукурудза засвоює поживні речовини на рівні, аналогічному картоплі або цукровим бурякам. Під час формування врожаю вона виводить значну кількість поживних речовин, наприклад, при урожайності 60–65 ц/га зерна засвоює N180–200P50–70K150–170. Використання комбінованих добрив, які поєднують органічні та мінеральні компоненти, дозволяє отримати найвищі урожаї зеленої маси та зерна кукурудзи [27].

В Україні середні дози внесення добрив під час вирощування кукурудзи (зерно) становлять 30–40 т/га органічних та N100–130P60–90 K90–110 кг/га. У випадку вирощування кукурудзи на силос рекомендується вносити 20 т/га органічних та N140P90K100 кг/га мінеральних. Норми внесення добрив залежать від зони та родючості ґрунту: Західний Лісостеп – 30–40 т/га, Полісся– 40–60 т/га. Рідкий гній вноситься з негайною заробкою у грунт у нормах 80–100 т/га. Весняне внесення гною не рекомендується, краще закагатувати гній та використовувати його восени під час оранки [28].

У сільському господарстві світу, особливо в країнах Західної Європи, використовується метод сидерації. Для цього використовуються різні рослини-сидерати, такі як гірчиця біла, олійна редька, люпин, суріпиця, ріпак і інші. Після попереднього вирощування люпину як сидерату можна отримати ефект, схожий на внесення 20–30 тон гною на гектар [29].

Для утворення 1 тонни зерна та відповідної кількості стебел і листя кукурудзи рослини використовують 24–32 кг азоту, 10–13 кг фосфору, 25–30 кг калію, від 6 до 10 кг магнію і кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 200 г заліза, 14 г міді, 100 г марганцю, 0,9 г молібдену та 85 г цинку. Отже, кількість поживних речовин, яку рослина засвоює, залежить від рівня врожайності [30].

З огляду на значний зріст урожайності та, відповідно, збільшення виносу різних елементів з ґрунту, мікроелементи набувають суттєвого значення. За

даними деяких вчених [31], максимальний рівень врожайності кукурудзи досягається завдяки високій індивідуальній продуктивності кожної рослини при оптимальній густині розсаджування, встановленій для конкретних ґрунтово-кліматичних зон.

Гібриди кукурудзи різних груп дозрівання реагують по-різному на зміну густини посадки рослин при непостійному та інколи недостатньому зволоженні [32]. Отже, оптимальну густину розсаджування кожного гібрида слід встановлювати, враховуючи агроекологічні умови вирощування [33–36].

Вважається, що на сьогоднішній день технологія вирощування кукурудзи вже вивчена, але постійно потребує глибшого аналізу густота розміщення кукурудзи для формування зеленої маси [37]. Багато дослідників наголошують на важливості визначення оптимальної густоти стеблостою кожного гібрида в різних ґрунтових і кліматичних умовах [38–41]. Густота стеблостою кукурудзи залежить як від біологічних особливостей гібридів, так і від погодних умов другої половини вегетаційного періоду, коли спостерігається інтенсивне водоспоживання рослин та частіше відбуваються посухи, навіть у центральному Лісостепу.

Циков В.С. [42] доводить, що оптимальна щільність розміщення рослин для ранньостиглих гібридів у "зерновому" напрямку складає 60–65 тис./га в зоні Лісостепу, 55–60 тис./га для середньоранніх гібридів, 45–50 тис./га для середньостиглих і 30–35 тис./га для середньопізніх.

У кукурудзи 90–95% урожайності сухої маси припадає на органічні речовини, які вона утворює під час фотосинтезу. Головним джерелом енергії для цього процесу, безперечно, є сонячне випромінювання. Чим більше енергії рослини споживають від Сонця, тим більше органічних речовин утворюється, а отже, урожайність збільшується. Листок є органом, який використовує сонячну енергію в зеленій рослині. Отже, величина урожаю залежить від ефективності "роботи" листя та, передусім, від площі всієї листкової поверхні на одиниці

площі посіву [43]. При загущенні гібридів збільшується загальна площа листової маси, що, в свою чергу, впливає на надходження фотосинтетично активного випромінювання до самого посіву [44].

Погляди науковців розходяться щодо оптимальної густоти висіву кукурудзи на силос. Наприклад, в Аргентині Західного регіону фермери вирощують кукурудзу на силос з низькою густотою (менше 75 тис./га), у той час як у Північних районах використовують густоту понад 95 тис./га [45]. Американські вчені Lauer, J.G., Cusicanqui, J.A. [46] вказують, що найкращі показники умісту сухої речовини спостерігаються у гібридів кукурудзи, висіяних з густотою від 97 до 102 тис./га. Однак інші дослідження кукурудзи на силос у Сполучених Штатах Америки свідчать про кращу продуктивність на ділянках з густотою стояння рослин менше 90 тис./га [47].

Гібриди кукурудзи різної стиглості реагують по-різному на зміну густоти стояння рослин в умовах непостійного зволоження [48]. Отже, щоб правильно встановити можливості утворення врожаю гібридів різної групи стиглості, необхідно враховувати конкретну густоту стояння рослин відповідно до агроекологічних умов вирощування.

Для отримання високоякісного силосу з кукурудзяним зеленим матеріалом також важливий вірний вибір строків збирання. В залежності від фази стиглості зерна кукурудзи, її зелена маса містить різну кількість сухої речовини та хімічний склад, а також фізичні властивості. Силос з листяно-стеблової маси кукурудзи першого класу має містити 40–50% качанів у зеленій масі та 25–35% сухої речовини, що можна досягти, збираючи рослини у фазі воскової стиглості [49, 50].

Проте у фазі воскової стиглості кукурудзи є й негативні аспекти для силосу: качани стають грубішими та стрижні, нижні частини стебел жовтіють. Фізіологічна стиглість зерна досягає лише 15–18%. Також, при повній стиглості стебла кукурудзи стають жовтішими та грубішими, зменшується вміст сухої

речовини на 7–9% та її поживна цінність через збільшення клітковини та стрижнів качанів [51, 52].

Зрозуміло, що молоді рослини вмістять більше вільної води та леткорозчинних вуглеводів. Під час дозрівання кукурудзи вологість рослинного матеріалу зменшується, а більшість цукру перетворюється на інші вуглеводні, зокрема, крохмаль.

Найбільш поживний та смачний силос отримують, коли кукурудзу збирають у кінці молочно-воскової та воскової стиглості зерна. У цей час вологість зеленої маси зазвичай становить 65–75%, що достатньо для формування молочної кислоти, а вміст сухої речовини коливається від 80% до 90%. Силос має середньо-кислий рівень pH (4,1–4,3) та втрати сухої речовини не перевищують 10%. Єдиний недолік - відносно низький вміст протеїну, але це можна скоригувати, додавши бобові культури [53].

Щодо питання про удобрення кукурудзи на силос та його вплив на якість, було проведено численні дослідження. Однак у літературі відзначається відсутність загальної консенсусної думки серед науковців щодо цього аспекту. Результати досліджень наданого питання навіть на однаковому ґрунті та у тій же зоні часто не співпадають та можуть суперечити одне одному. Це вказує на постійну необхідність проведення додаткових досліджень у цьому напрямку.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика кукурудзи

Кукурудза, науково відома як Zea mays L., є однорічною рослиною, яка належить до однодомних, перехреснозапильних представників родини злакових та підродини просоподібних. Для більшості гібридів і сортів кукурудзи мінімальна температура для проростання насіння становить приблизно 8-10 °С. Оптимальні умови для росту рослин і появи сходів виявляються при температурі 10-12 °С, але селекціонери також вивели біотипи, здатні проростати при температурі 5-6 °С. Рослини кукурудзи можуть переносити температури до мінус 3 °С на стадії сходів та до мінус 3-5 °С на стадії 2-3 листків [54].

Кукурудзі найкраще росте і розвивається при середньодобовій температурі до 25 °С. При температурах нижчих за 14-15 °С ріст рослин замедлюється, а при падінні температур до біологічного мінімуму (10 °С) припиняється. На стадії цвітіння кукурудза добре переносить високі температури від 25 до 30 °С, але якщо температура піднімається до 30-35 °С під час викидання пилку і запилення, це може призвести до розриву в часі між появою стовпчиків і викиданням пилку, що в свою чергу може призвести до черезззерниці в качанах. Максимальна температура, за якоєю ріст кукурудзи припиняється, становить 45-47 °С. Різниця між мінімальною та максимальною температурою може впливати на час дозрівання рослин. Мінімальна сума біологічно активних температур, необхідна для дозрівання, становить приблизно 1800-2000 °С для швидкоростиглих гібридів і сортів, 2300-2600 °С для середньостиглих, і 3000-3200 °С для пізньостиглих.

Кукурудза є культурою, яка потребує великої кількості світла для нормального росту і розвитку. Оптимальне освітлення необхідне на всіх стадіях росту, особливо на початкових стадіях. Тому важливо дотримувати оптимальну густоту розсади для досягнення високих врожаїв та проводити систематичне видалення бур'янів на протязі всього вегетаційного періоду.

Для формування 1 тонни зерна з відповідною кількістю стебел і листя 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 врожайності засвоюється різна кількість поживних речовин [30].

2.2. Характеристика гібриду кукурудзи Донор МВ

Трилінійний гібрид створений насіннєвою компанією "Зоря–Маїс". Оригінатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН, м. Харків. Тип гібриду середньостиглий (ФАО 320). Висота рослини 290–300 см. Вихід зерна із качана складає 80–82%. Зерно — зубоподібне, світло-жовтого кольору. Маса 1000 зерен — 310–320 г.

Потенціал врожайності складає 59-60 т/га у якості силоса. Стійкість до вилягання — висока (7 балів), до головні пилкової і фузаріозу — висока (8 балів), до пухирчатої і летючої сажки, кукурудзяного метелика і стеблових гнилей — висока (8 балів), Оптимальна густота посіву: Полісся — 80–85 тис. зерен/га (на силос), Лісостеп — 65 тис. зерен/га, Степ — 60 тис. зерен/га

Особливості гібрида Донор МВ - універсальний гібрид кукурудзи який характеризується високим потенціалом зернової та силосної маси, толерантний до стресів пов’язаних із температурними коливаннями [55].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Експериментальну частину роботи виконано протягом 2021-2022 років на полях ТОВ «Байс-Агро», розміщеного в Лісостеповій Правобережній частині України з висотою над рівнем моря 252 м. Рельєф господарства — вирівняне водорозділу з пологими схилами південно-західної та північно-+східної експозиції.

Тип ґрунтів господарства переважають чорноземи опідзолені важкосуглинкові на лесі абоі лесових суглинках. Вони утворилися під трав'яною рослинністю і мав місце підзолистий процес під час перебування під лісом. Свідченням даного є карбонати, які вимиті на певну глибину.

Згідно за класифікацією гранулометричний склад грунту відноситься до важкосуглинкових, оскільки в орному шарі міститься 47% фізичного піску і 53% фізичної глини із яких 29% припадає на мулисте угруповання (табл. 1).

Таблиця 1

Механічний склад чорнозему опідзоленого важкосуглинкового

Шар ґрунту, см	% співвідношення частинок (розмір частинок, мм)					
	Пісок			Пил		
	0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001
0–20	0,05	4,4	45,4	8,6	8,2	34,3
20–40	0,02	3,1	42,1	8,2	9,1	32,3

З погляду профілю, цей ґрунт характеризується відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу, наявністю легкорозчинних

сполук, ілювіальністю карбонатів (на глибині 115–120 см). Такий тип ґрунтів є типовим для даної зони та займає приблизно 16% загальної площі Лісостепу України. Гумусовий вміст в цих ґрунтах низький: 3,07% у верхньому шарі (0–20 см) і 2,74% у середньому (20–40 см).

Основами насиченість висока (91%). Кількість лужногідролізованого азоту коливається від 108 до 83 мг/кг ґрунту, концентрація рухливих фосфорних сполук — від 102до 125 мг/кг ґрунту, а рухливого калію — від 98 до 89 мг/кг ґрунту, враховуючи різні шари ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабокисла (pH 5,2), гідролітична кислотність становить 2,2 смоль/кг, а сума обмінних основ — 17,9 смоль/кг ґрунту. За цими показниками можна вважати, що забезпеченість кукурудзи поживними речовинами є середньою, і можна очікувати позитивного впливу внесення органічних добрив на вирощування цієї культури. [56].

3.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

Клімат Правобережного Лісостепу є помірно-континентальним і, за своїми основними погодними характеристиками, є типовим для підзони нестійкого зволоження. Протягом двох-трьох років за десятиріччя можуть спостерігатися періоди посушливості. Нагромадження вологи з атмосфери визначає вологозабезпечення польових культур.

Уманський район, де розташоване дослідне поле, відзначається усіма кліматичними особливостями Правобережного Лісостепу в Україні. Клімат є помірно континентальним і характеризується типовими рисами для підзони нестійкого зволоження [53].

Роки проведення наших досліджень мали відмінності за основними покажчиками погоди у порівнянні із середньобагаторічними даними.

Особливостями років були перепади в температурі, кількості та розподілі опадів протягом вегетаційного періоду кукурудзи на силос.

Аналізуючи дані таблиці 2, важливо відзначити, що агрометеорологічні умови для формування урожаю силосу кукурудзи були сприятливими до середини липня. Проте у другій половині липня і до кінця вегетації вплив засухи негативно відобразився на кінцевому врожаї. Найменша кількість опадів за вегетаційний період відзначилася у травні - 22,4 мм, що менше за середньо-багаторічний показник на 29,6 мм. З іншого боку, липень виявився найсухішим місяцем з лише 28,1 мм опадів, що менше на 40,1 мм порівняно з середньо-багаторічним показником.

Таблиця 2

Середньодобова температура повітря, вологість та опади за місяць у рік проведення досліджень, (за даними метеостанції м. Умань)

Рік	Всього за рік	Місяць											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кількість опадів, мм													
Середнє багато–річне	586	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43	43	40
2021	655	59,7	43,2	32,4	49,9	56,4	104,7	89,8	69,9	16,2	81,5	19,4	32,6
2022	452	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	99,2	7,0	21,2	91,2
Температура повітря, °С													
Середнє багато–річне	8,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8
2021	9,1	-3,8	-2,1	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3	12,7	3,7	0,0	-2,3
2022	9,2	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,7	13,1	7,2	4,7	-1,0

Температура повітря під час вегетації цукрового буряка коливалася в межах від 8,6 до 21,7 °С. Найвища температура була зафіксована в липні і перевищила середньо-багаторічний показник на 2,3 °С. Відносна вологість повітря в середньому протягом вегетаційного періоду знаходилась в оптимальних межах для цієї культури.

У цілому за роки досліджень погодні умови за кількістю опадів можна характеризувати як частково сприятливими, а за температурним режимом їх можна віднести до достатньо сприятливими для росту, розвитку і формування врожаю кукурудзи.

3.3. Схема досліду

В експерименті аналізували вплив різних норм гною на врожайність зеленої маси кукурудзи та розглядали баланс основних елементів живлення рослин у системі польової сівозміни.

Експеримент проводився на полі і включав в себе внесення добрив для кукурудзи відповідно до такої схеми:

- Без добрив (контроль)
- $N_{50}P_{50}K_{50}$
- $N_{100}P_{100}K_{100}$
- $N_{200}P_{200}K_{200}$

Площа посівної ділянки 180 м^2, облікової — 100 м^2 при триразовому повторенні варіантів і систематичному їх розміщенні.

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи на силос у досліді

У досліді кукурудзу на силос вирощували після пшениці озимої.

Після збирання пшениці озимої (Сампо–400) проводиться лущенням

стерні у два сліди (МТЗ–80 + БДТ–3).

Мінеральні добрива вносилися вручну. Їх потім заробляли в ґрунт у жовтні під час проведення оранки на 25–27 см, плугом ПЛН–3–35 в агрегаті з трактором МТЗ–80.

При настанні фізичної спілості ґрунту Весняний обробіток включав у себе суцільне вирівнювання ґрунту важкими зубовими боронами. Передпосівну культивацію проводили культиватором КПС–4 на глибину 5–6 см. Висівали кукурудзу сівалкою СУПН–6 нормою висіву 73 тис/га схожих насінин. Після сівби проводили коткування ґрунту котками 3ККШ–6. Догляд за посівами полягав у виконанні міжрядних обробітків культиватором КРН–2,8. Збирання силосної маси кукурудзи проводили комбайном КСК–100.

3.5. Методика проведення досліджень

Одночасно із збиранням врожаю, відбирали по 20 рослин на кожній ділянці по діагоналі для визначення урожайності зеленої маси.

Баланс поживних речовин ми проводили шляхом відніманням цифрових показників виносу врожаєм від їх надходження із добривами [57].

За кількісним відношенням між надходженням елементу живлення до виносу його урожаєм, виражене у відсотках розраховували інтенсивність балансу [58].

Коефіцієнт використання елементів з мінеральних добрив, який показує частку їх використання культурою від кількості внесеного елемента із туками розраховували за формулою Кд = (Вд — Вк) • 100 / С, де Кд – коефіцієнт використання елемента з добрива; Вд — винос елемента при застосуванні добрив, кг/га; Вк — винос врожаєм на контролі, кг/га; С — кількість внесеного з добривами, кг/га.

Ефективність енергетичну розраховували за відношенням енергії у прирості врожаю одержаного за рахунок мінеральних добрив до енерговитрат на їх виробництво і застосування [59].

Ефективність економічну застосування мінеральних добрив розраховували за технологічною картою та рекомендаціями [60].

Опрацювання результатів досліджень проводили із використанням методів математичної статистики [61].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Баланс азоту при удобрюванні кукурудзи на силос

Працюючи над отриманням високоякісних та стабільних врожаїв сільськогосподарських культур, неможливо уникнути використання добрив та дотримання сучасних стандартів у галузі сільського господарства.

Рослини потребують поживних елементів (як макро, так і мікроелементів) з ґрунту для свого оптимального росту та функціонування. Ці елементи використовуються рослинами для накопичення вегетативної біомаси та забезпечення їхньої нормальної діяльності. Доступність ґрунтових поживних елементів та їх споживання рослинами залежить від різних факторів, таких як вид сільськогосподарської культури, ґрунтові та кліматичні умови, агротехніка вирощування тощо. Найбільше поживних елементів рослини забирають через кореневу систему, тому важливим аспектом є ефективне внесення органічних добрив безпосередньо в ґрунт під час оранки.

Розподіл та використання поживних елементів рослинами протягом вегетаційного періоду неоднорідне. Рослини особливо важливі у вимогливих до органічного живлення ранніх стадіях росту й розвитку, що підкреслює важливість використання органічних добрив з легкодоступними макроелементами, розподіленими рядково при висіві рослин.

Рослини найбільше потребують поживних речовин під час інтенсивної вегетації, особливо під час формування вегетативної маси. Після закінчення формування стебел рослини продовжують використовувати поживні елементи з ґрунту. Нагромадження органічних речовин відбувається через повторне використання поживних елементів, які раніше надійшли до рослини. Зернобобові рослини продовжують нагромадження азоту, фосфору і калію після

завершення росту листової маси.

Ефективне використання поживних речовин з органічних добрив передбачає врахування оптимальних норм, строків та способів їх застосування, а також використання різних форм добрив та науково підкріпленої агротехніки для вирощування сільськогосподарських культур.

Сільськогосподарські культури відрізняються за типом метаболізму та потребою у мікроелементах. Їх можна поділити на три групи: зернові, які мають помірну потребу у мікроелементах; просапні, що вимагають більше мікроелементів; та овочеві, які особливо потребують мікроелементів, особливо у закритих системах вирощування.

Вологість ґрунту та науково обґрунтована агротехніка впливають на ефективність надходження елементів живлення до рослин. Реакція ґрунтового розчину також впливає на доступність для рослин поживних елементів. На ранніх стадіях росту та у період формування репродуктивних органів та врожаю рослини особливо потребують поживних елементів.

При внесенні органічних добрив важливо забезпечити сумісне використання макро-, мезо- та мікроелементів, особливо при достатньому зволоженні, оскільки іригація підвищує їхню мобільність. Елементи живлення сприяють оптимальному використанню рослинами агрофону.

Отже, найбільший корисний вплив елементів живлення, коли використовуються органічні добрива, можна спостерігати, якщо враховані усі особливості ґрунту та рослин та їх вплив на біохімічні процеси. Критично важливо, що органічні добрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення саме в той момент, коли вони найбільш це потребують.

Серед всіх елементів живлення для кукурудзи азот має провідне значення. Цей елемент значно впливає на різні аспекти рослинного життя, зокрема на синтез пігментів та фотосинтезу. Близько 50–70% азоту містяться у хлоропластах листків. Вміст азоту в листках може бути показником

фотосинтетичної активності в певних умовах. Азот підсилює ростові процеси та сприяє повнішому використанню асимілянтів, що в результаті сприяє швидшій формуванню рослиною первинних органічних речовин. Цей елемент відіграє ключову роль у регуляції водообміну. Кукурудза особливо вимоглива до азотного живлення під час активного зросту та утворення качанів.

Запит на азот у всіх сільськогосподарських культур частіше та виражено більше, ніж на інші елементи живлення. Недостатність азоту призводить до затримки росту рослин, зменшення асиміляційної поверхні листків та скорочення їх активного функціонування, що впливає на врожай та його якість. Зайвий азот (у порівнянні з іншими елементами) призводить до перенадмірного розвитку вегетативної маси, зменшення стійкості рослин до неблагоприятних кліматичних умов, хвороб та тривалості розвитку та дозрівання, що може призвести до погіршення якості продукції. На початкових стадіях росту кукурудзи азот засвоюється слабко (3–5%).

Засвоєння азоту під час посіву кукурудзи є незначним через низькі температури навесні, що призводить до пожовтіння рослин та сповільнення їх росту. Інтенсивне засвоєння азоту розпочинається з фази шести восьми листків. Якщо до цієї фази азот засвоюється лише на 2–3%, то з цього моменту до фази утворення квіткових суцвіть качанів засвоюється близько 85% загальної кількості азоту. Це припадає приблизно на період з початку червня до середини серпня. Ще 10–13% азоту надходить в рослину на фазі утворення [30].

Використання мінеральних добрив у різних дозах для кукурудзи на силос у середньому протягом 2021-2022 рр. відзначалося впливом на баланс азоту в ґрунті.

Ми наводимо розрахунки балансу азоту в ґрунті при різних дозах мінеральних добрив для кукурудзи на силос у середньому за роки проведення досліджень у таблиці 3.

Таблиця 3

Рівновага азоту в грунті при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос. у середньому за 2021–2022 рр., кг/га

Варіант	Надходження	Винос урожаєм	Баланс
Без добрив (контроль)	0	85	-85
$N_{50}P_{50}K_{50}$	50	121	-71
$N_{100}P_{100}K_{100}$	100	147	-47
$N_{200}P_{200}K_{200}$	200	165	35

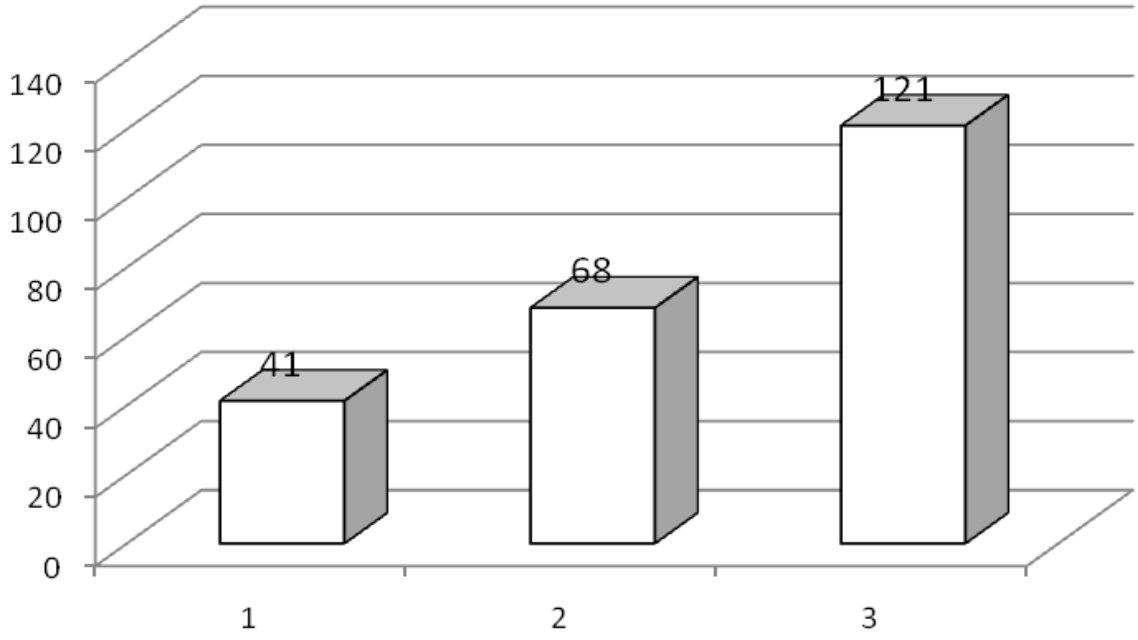
Згідно з даними, надходження азоту в ґрунт коливалося від 50 кг/га при мінімальному внесенні азотних добрив до 200 кг/га при максимальному внесенні. Різна врожайність зеленої маси кукурудзи протягом 2021–2022 років досліджень впливала на вилучення азоту з ґрунту в діапазоні від 85 кг/га на невнесеній ділянці до 165 кг/га при використанні максимальної норми мінеральних добрив.

Наші висновки показують, що внесення різних норм мінеральних добрив при культивації кукурудзи на силос мало позитивний вплив на баланс азоту в ґрунті. Проте лише при внесенні максимальної дози добрив ми зафіксували позитивний показник, який становив 35 кг/га.

Розрахунки інтенсивності балансу азоту в ґрунті при використанні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос, проведені в середньому за роки досліджень, представлені на рисунку 1.

За даними цього графіку видно, що показники інтенсивності балансу азоту в ґрунті при застосуванні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос коливаються від 41 до 121%. Зважаючи на те, що для чорноземних ґрунтів розглядається як екологічно прийнятний діапазон інтенсивності балансу

азоту 70–100%, можна визнати, що надмірне внесення азотних мінеральних добрив понад 100 кг/га є необгрунтованим.

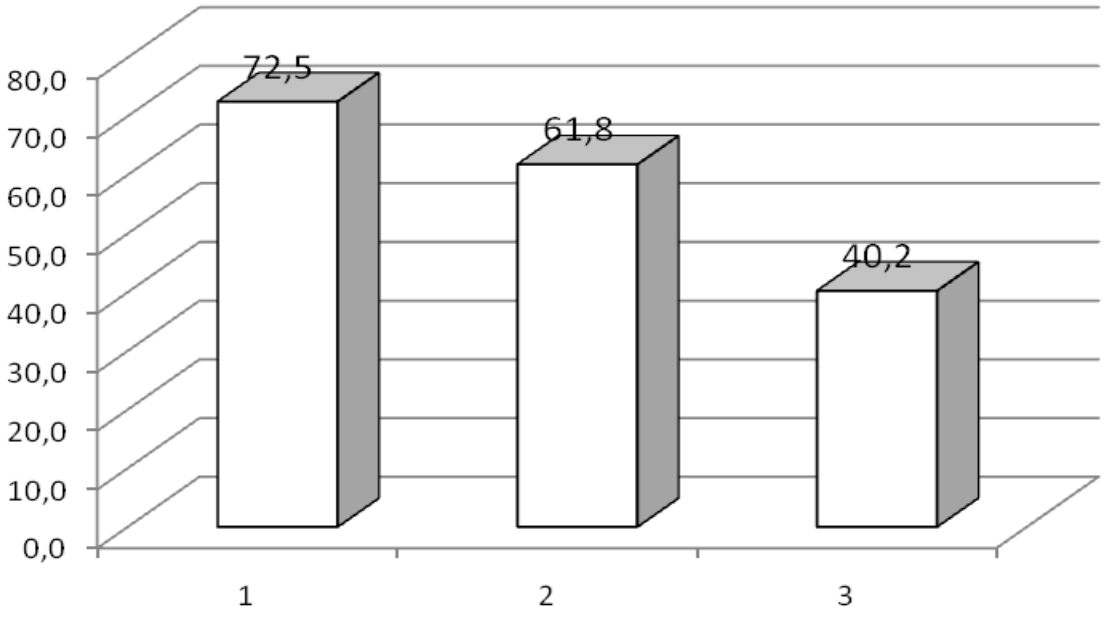


1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис. 1. Інтенсивність балансу азоту при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

Коефіцієнти використання поживних речовин кукурудзою з ґрунту підпорядковані різноманітним чинникам, таким як біологічні особливості рослини, вміст живильних речовин у ґрунті, кліматичні умови та інші фактори. Їх значення може бути встановлено лише з урахуванням гідротермічних умов вегетаційного періоду, характеристик гібриду, методів вирощування, рівня врожайності та попередника. Слід пам'ятати, що усі взаємодії між рослинами, ґрунтом та застосованими добривами настільки складні та необов'язкові, що намагатися визначити постійні значення коефіцієнтів використання поживних речовин не тільки неефективно, але й некоректно [62].

Результати обчислення коефіцієнта використання азоту з добрив при різних їх мінеральних дозах для кукурудзи на силос, середні за період досліджень, представлені на рисунку 2.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис 2. Коефіцієнт використання азоту при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

Інформація, представлена на цьому графіку, свідчить про те, що коефіцієнт використання азоту рослинами кукурудзи змінюється від 40,2% при внесенні максимальної кількості добрив до 72,5% на ділянці з мінімальним їх застосуванням. Іншими словами, результати досліду показують, що збільшення кількості використаних добрив призводить до зменшення коефіцієнта азоту, який абсорбується рослинами.

У нашому дослідженні ми виявили тісний кореляційний зв'язок (за

додатком Б) між кількістю азоту, який був внесений з мінеральними добривами, та врожайністю кукурудзи на силос. Цей зв'язок може бути описаний рівнянням:

y = 0,118x + 29,44, де:

y — врожайність силосу кукурудзи, т/га

x — кількість внесеного азоту із добривами, кг/га.

Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,91.

Отже, наші розрахунки, включаючи баланс азоту, його інтенсивність та коефіцієнт використання цього елементу з мінеральних добрив при застосуванні різних норм для вирощування кукурудзи на силос, свідчать про те, що оптимальною варіантом в системі добрив виявився внесення азоту у дозі 100 кг/га.

4.2. Баланс фосфору при удобрювання кукурудзи на силос

У контексті досягнення високих врожаїв та якісного живлення сільськогосподарських культур, особливе значення має фосфор як важливий показник у системі агроекологічного виробництва. Фосфор відіграє вирішальну роль у мінеральному харчуванні рослин, маючи велике фізіологічне значення у процесах, таких як фотосинтез та дихання, та є важливим для обміну вуглеводів та азотних речовин. Відтак, забезпечення оптимального рівня фосфору в ґрунті користується позитивним впливом як на врожайність сільськогосподарських культур, так і на загальну якість продукції рослинного походження [7].

Важливо зазначити виняткову біологічну роль фосфору у підвищенні активності метаболічних процесів та сприянні прискоренню розпаду захисних механізмів у рослинах. Розуміння цих процесів має екотоксикологічне та гігієнічне значення, оскільки дозволяє науково обґрунтовано та раціонально використовувати добрива для покращення детоксикації пестицидів та

підвищення їх ефективності, що в свою чергу зменшує ризик потрапляння їх до генеративних органів рослин та, в результаті, до продуктів харчування.

Важливою є інформація про виняткову роль мінеральних сполук фосфору в ґрунті, таких як апатити, фосфорити, вторинні мінерали та фосфати фосфорної кислоти, які утворюють динамічну рівновагу взаємодії у ґрунті. Ці мінеральні сполуки можна поділити на три основні групи: ті, що адсорбуються ґрунтовими колоїдами або осідають; ті, що перебувають у розчині ґрунту; і важкорозчинні фосфати, які є складовою частиною первинних і вторинних мінералів ґрунтового скелету. Застосування фосфорних добрив сприяє нагромадженню органічних та мінеральних сполук фосфору в ґрунті. Щоб визначити оптимальний режим внесення фосфорних добрив, необхідно зрозуміти ступінь доступності цього елементу для рослин [30].

Забезпеченість ґрунту доступними формами фосфору має істотний вплив на ефективність застосування добрив. Збільшення рухомих фосфорних сполук сприяє поліпшенню дії азотних і калійних добрив, одночасно зменшуючи ефективність фосфорних добрив. Кукурудза особливо потребує фосфору на початкових етапах свого росту. Фосфор є складовою частиною нуклеїнових кислот, впливає на процеси енергетичного обміну, сприяє нагромадженню вуглеводів та регулює процеси дихання та фотосинтезу, серед інших функцій. Дефіцит фосфору може призвести до фіолетового або вишневого забарвлення листків, затримки цвітіння та дозрівання. Важливо пам'ятати, що недостачу фосфору на ранніх стадіях росту не можна компенсувати шляхом його внесення на пізніших стадіях.

Також важливо враховувати, що засвоєння фосфору може бути обмеженим при низьких температурах (менше 10-12°C), тому мінеральні добрива, що містять легкодоступні форми фосфору, такі як амофос, можуть бути більш ефективними на початкових стадіях росту.

Фосфор грає важливу роль у житті рослин кукурудзи, особливо в насінні

та швидко зростаючих тканинах. Листки містять більше фосфору, ніж стебла і коріння [13].

Фосфор сприяє прискореному проростанню насіння, розвитку рослин і підвищує їх стійкість до низьких температур і посух. Внесені фосфорні добрива збільшують масу коренів на 60% та їх об'єм на 74%, а загальну адсорбційну поверхню на 55%. Це пояснюється тим, що для розвитку меристеми і утворення клітин потрібен фосфор. Для кореневої системи кукурудзи характерно слабке засвоєння ґрунтових фосфатів на початковій стадії вегетації. Таким чином, загальна ефективність азотних добрив у сівозмінах з кукурудзою сильно залежить від наявності фосфору і в меншій мірі калію [14].

Використання мінеральних добрив у різних дозах для кукурудзи на силос у середньому протягом 2021-2022 рр. відзначалося впливом на баланс фосфору в ґрунті.

Ми наводимо розрахунки балансу азоту в ґрунті при різних дозах мінеральних добрив для кукурудзи на силос у середньому за роки проведення досліджень у таблиці 4.

Таблиця 4

Рівновага фосфору в ґрунті при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос.

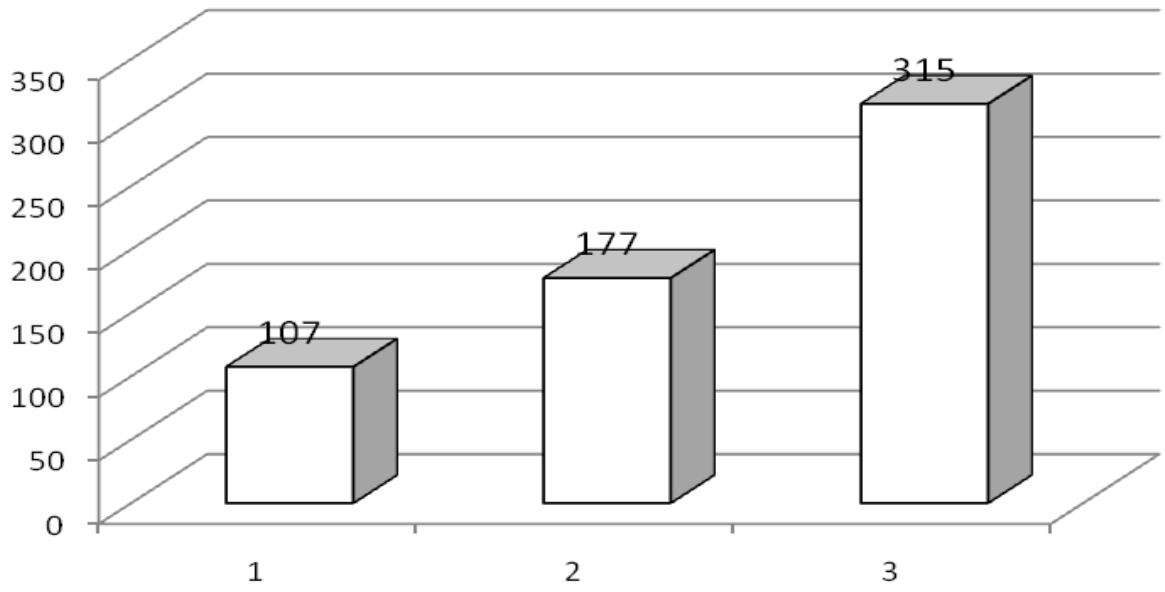
у середньому за 2021–2022 рр., кг/га

Варіант	Надходження	Винос урожаєм	Баланс
Без добрив (контроль)	0	33	-33
$N_{50}P_{50}K_{50}$	50	47	3
$N_{100}P_{100}K_{100}$	100	56	44
$N_{200}P_{200}K_{200}$	200	64	136

Згідно з даними, надходження фосфору в ґрунт коливалося від 50 кг/га при мінімальному внесенні фосфорних добрив до 200 кг/га при максимальному внесенні. Різна врожайність зеленої маси кукурудзи протягом 2021–2022 років досліджень впливала на вилучення фосфору з ґрунту в діапазоні від 33 кг/га на невнесеній ділянці до 64 кг/га при використанні максимальної норми мінеральних добрив.

Наші висновки показують, що внесення різних норм мінеральних добрив при культивації кукурудзи на силос мало позитивний вплив на баланс фосфору в ґрунті.

Розрахунки інтенсивності балансу фосфору в ґрунті при використанні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос, проведені в середньому за роки досліджень, представлені на рисунку 3.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис. 3. Інтенсивність балансу фосфору при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

За даними цього графіку видно, що показники інтенсивності балансу фосфору в ґрунті при застосуванні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос коливаються від 107 до 315%. Зважаючи на те, що для чорноземних ґрунтів розглядається як екологічно прийнятний діапазон інтенсивності балансу фосфору 130–150%, можна визнати, що надмірне внесення азотних мінеральних добрив понад 100 кг/га є необгрунтованим.

Відомі вчені вказують, що винос елементів живлення вагомою мірою залежить від їх коефіцієнта засвоєння з ґрунту і добрив. Розмір коефіцієнта використання дуже мінливий і доволі залежний не лише від біологічних особливостей культурних рослин, кількості врожаю, але й від культури землеробства, внесення хімічних меліорантів, абезпеченості вологою, виду добрив, їх прямої дії та післядії. Тому шляхи розшукування резерву підвищення коефіцієнта використання поживних макроелементів із добрив є особливо актуальними [62].

Результати обчислення коефіцієнта використання фосфору з добрив при різних їх мінеральних дозах для кукурудзи на силос, середні за період досліджень, представлені на рисунку 4.

Інформація, представлена на цьому графіку, свідчить про те, що коефіцієнт використання фосфору рослинами кукурудзи змінюється від 40,2% при внесенні максимальної кількості добрив до 27,9% на ділянці з мінімальним їх застосуванням. Іншими словами, результати досліду показують, що збільшення кількості використаних добрив призводить до зменшення коефіцієнта фосфору, який абсорбується рослинами.

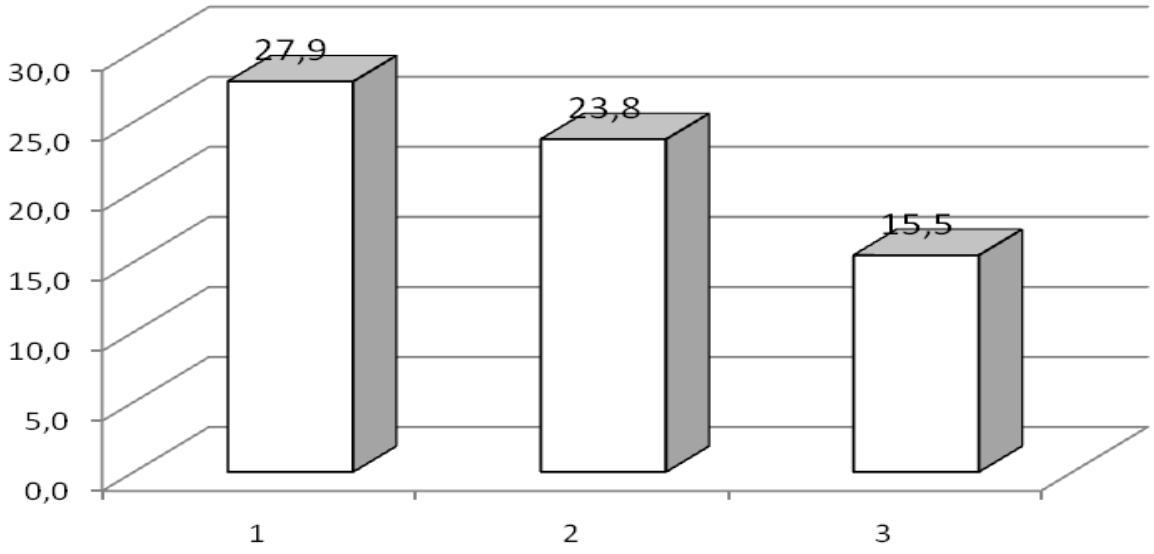
У нашому дослідженні ми виявили тісний кореляційний зв'язок (за додатком Б) між кількістю фосфору, який був внесений з мінеральними добривами, та врожайністю кукурудзи на силос. Цей зв'язок може бути описаний рівнянням:

$$\mathbf{y = 0{,}118x + 29{,}44,}$$ де:

y — врожайність силосу кукурудзи, т/га

x — кількість внесеного азоту із добривами, кг/га.

Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,91.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис. 4. Коефіцієнт використання фосфору при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

Отже, наші розрахунки, включаючи баланс фосфору, його інтенсивність та коефіцієнт використання цього елементу з мінеральних добрив при застосуванні різних норм для вирощування кукурудзи на силос, свідчать про те, що оптимальною варіантом в системі добрив виявився внесення фосфору у дозі наближеної до 100 кг/га.

4.3. Баланс калію при удобрюванні кукурудзи на силос

Калій, як і азот і фосфор, є одним із ключових елементів у живленні рослин. За середніх умов для зернових культур, які формують колосовий

врожай, калій виділяється у межах 50–90 кг/га, тоді як для овочів, цукрових буряків і картоплі цей показник становить 200–400 кг/га. Деякі з найбільш калієлюбних сільськогосподарських культур включають соняшник, ріпак, кукурудзу та різні види овочів.

В рослинах калій активно бере участь у вуглеводному та білковому обміні, часто діючи як транспортер поживних речовин між різними частинами рослини. Крім того, цей елемент відіграє важливу роль в ферментативних системах рослин, регулює транспірацію, оптимізує баланс води шляхом контролю над поглинанням вологи корінням з ґрунту. Калій також має велике фізіологічне значення для фотосинтезу, і його дефіцит може призвести до гальмування синтезу білків та порушення азотного обміну, особливо при живленні рослин амонійною формою азоту.

Найбільш доступними джерелами калію для рослин в ґрунті є гідрошлюди, монтморилоніт, вермикуліт та калієві мінерали. В Україні ці мінерали широко розповсюджені в чорноземних ґрунтах, зазвичай розташованих у степових та лісостепових зонах. [62].

Резюмуючи, можна сказати, що природні фактори, такі як зміни температури та вологості, мають великий вплив на перетворення необмінного калію в ґрунті на його доступні і обмінні форми, які користуються попитом для росту рослин. Цей процес активно відбувається в тому випадку, коли є сприятливі погодні умови та оптимальна кількість опадів у весняно-літній період. Однак у останні роки на території України такі умови є досить рідкісними, або ж вони спостерігаються на полях з системами зрошення типу дощування.

Дефіцит калію в ґрунті впливає на ріст молодих рослин, гальмує фотосинтез, призводить до появи жовтування листків, особливо на їх краях, і може негативно вплинути на формування качанів у кукурудзи. Калій найінтенсивніше засвоюється рослинами з фази 5–6 листків до початку цвітіння.

Його наявність сприяє стійкості рослин до вилягання, стеблової гнилі та інших хвороб, а також важлива для правильного розвитку качанів.

Недостача калію суттєво уповільнює обмінні процеси в рослинах, спричинюючи зменшення врожаю сільськогосподарських культур і погіршення якості та строку зберігання продукції. Ця роль калію є особливо важливою при вирощуванні овочів. Для запобігання надмірному нагромадженню нітратів у рослині необхідно забезпечити її відповідною кількістю калію, оскільки відсутність калію може спричинити припинення синтезу білків і вуглеводів, збільшити накопичення нітратного азоту.

Необмінний калій в грунті має великий вплив на процеси синтезу та розпаду вуглеводів, та використання білкових сполук в процесі дихання. Також, недостатність калію в ґрунті призводить до засихання кінців і вершинок листків, які в подальшому чорніють [30].

Використання мінеральних добрив у різних дозах для кукурудзи на силос у середньому протягом 2021-2022 рр. відзначалося впливом на баланс калію в ґрунті.

Ми наводимо розрахунки балансу калію в ґрунті при різних дозах мінеральних добрив для кукурудзи на силос у середньому за роки проведення досліджень у таблиці 5.

Згідно з даними, надходження калію в ґрунт коливалося від 50 кг/га при мінімальному внесенні азотних добрив до 200 кг/га при максимальному внесенні. Різна врожайність зеленої маси кукурудзи протягом 2021–2022 років досліджень впливала на вилучення калію з ґрунту в діапазоні від 111 кг/га на невнесеній ділянці до 216 кг/га при використанні максимальної норми мінеральних добрив.

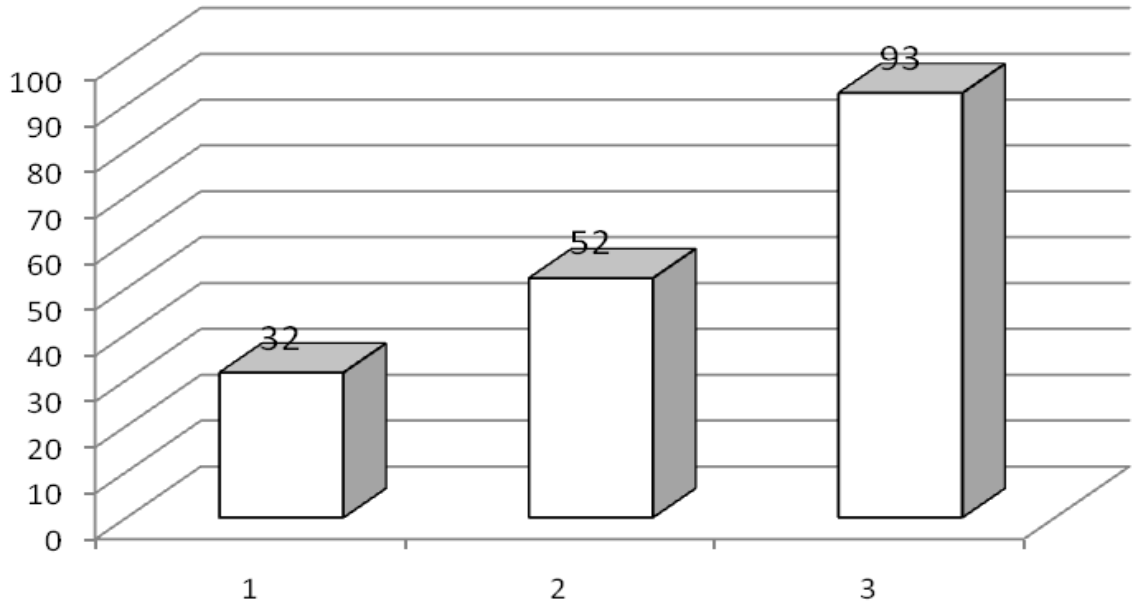
Наші висновки показують, що внесення різних норм мінеральних добрив при культивації кукурудзи на силос мало позитивний вплив на баланс калію в ґрунті. Проте у дослідах ми не зафіксували його позитивний показник.

Таблиця 5

Рівновага калію в грунті при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос. у середньому за 2021–2022 рр., кг/га

Варіант	Надходження	Винос урожаєм	Баланс
Без добрив (контроль)	0	111	-111
$N_{50}P_{50}K_{50}$	50	158	-108
$N_{100}P_{100}K_{100}$	100	192	-92
$N_{200}P_{200}K_{200}$	200	216	-16

Розрахунки інтенсивності балансу калію в ґрунті при використанні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос, проведені в середньому за роки досліджень, представлені на рисунку 5.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис. 5. Інтенсивність балансу калію при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

За даними цього графіку видно, що показники інтенсивності балансу калію в ґрунті при застосуванні різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос коливаються від 32 до 93%. Зважаючи на те, що для чорноземних ґрунтів розглядається як екологічно прийнятний діапазон інтенсивності балансу калію 70–90%, можна визнати, що внесення азотних мінеральних добрив понад 200 кг/га є необґрунтованим.

Використання рослинами поживних елементів, коли застосовують органічні добрива, залежить від численних факторів, таких як тип добрива, спосіб внесення, рівень pH, температура та інші. Як результат, цей показник може бути дуже низьким [62].

Результати обчислення коефіцієнта використання калію з добрив при різних їх мінеральних дозах для кукурудзи на силос, середні за період досліджень, представлені на рисунку 6.

Інформація, представлена на цьому графіку, свідчить про те, що коефіцієнт використання калію рослинами кукурудзи змінюється від 52,6% при внесенні максимальної кількості добрив до 94,8% на ділянці з мінімальним їх застосуванням. Іншими словами, результати досліду показують, що збільшення кількості використаних добрив призводить до зменшення коефіцієнта калію, який абсорбується рослинами.

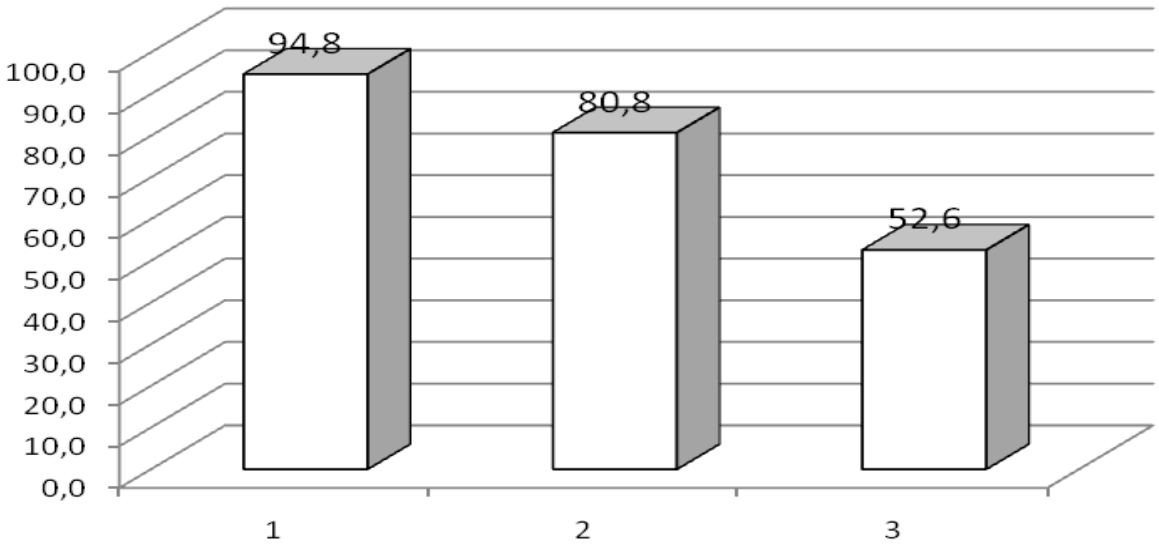
У нашому дослідженні ми виявили тісний кореляційний зв'язок (за додатком Б) між кількістю калію, який був внесений з мінеральними добривами, та врожайністю кукурудзи на силос. Цей зв'язок може бути описаний рівнянням:

y = 0,118x + 29,44, де:

y — врожайність силосу кукурудзи, т/га

x — кількість внесеного калію із добривами, кг/га.

Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,91.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис 6. Коефіцієнт використання калію при використанні різних доз мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на силос, у середньому за 2021–2022 рр., %

Отже, наші розрахунки, включаючи баланс калію, його інтенсивність та коефіцієнт використання цього елементу з мінеральних добрив при застосуванні різних норм для вирощування кукурудзи на силос, свідчать про те, що оптимальною варіантом в системі добрив виявився внесення азоту у дозі до 200 кг/га.

4.4. Вплив добрив на врожайність зеленої маси кукурудзи на силос

Використання добрив з високою ефективністю можливе лише в рамках науково обґрунтованої системи, яка враховує конкретні ґрунтові та кліматичні умови, потреби окремих сільськогосподарських культур, агротехнічні особливості вирощування, характеристики добрив і інші фактори.

При розробці такої системи добривної підживленості надзвичайно

важливо визначити правильні дози та співвідношення поживних речовин під культури, а це можливо лише на підставі результатів полевих досліджень з внесенням добрив, проведених в різних ґрунтових і кліматичних зонах України. Дослідження показують, що збільшення доз добрив призводить до зростання врожайності сільськогосподарських культур лише до певного рівня, коли досягається максимальний вихід економічного прибутку з одиниці внесених добрив. При цьому врожайність збільшується як з одиниці засобів, так і в розрахунку на одиницю добрив.

Якщо ресурси для внесення добрив обмежені, доцільно використовувати оптимальні дози, які забезпечують найвищу окупність врожаю з одиниці внесених добрив. У разі наявності достатньої кількості добрив, доцільно вносити їх в дозах, що призводять до максимальної врожайності та збереження родючості ґрунту. З економічної точки зору, при обмежених ресурсах для добрив, оптимальною буде та доза, яка максимізує врожайність і прибуток від внесених добрив [30].

У таблиці 6 вказано як різні норми мінеральних добрив неоднаково впливали на врожайність силосу кукурудзи відповідно до років внесення проведення досліджень.

Найвищий урожай кукурудзи на силос було досягнуто у найбільш сприятливому 2022 році, коли при внесенні мінімальної норми добрив врожай становив 39,7 тонн на гектар, варіант з нормою внесення 100 кг/га мінеральних добрив дав урожай 48,1 тонн на гектар, і при максимальній нормі внесення 200 кг/га мінеральних добрив отримали 54,2 тонни на гектар. У "менш сприятливому" 2021 рокці, врожайність кукурудзи на силос була меншою, але навіть у цьому році ділянки, де використовували мінеральні добрива, значно перевищували контроль.

Усереднено за 2021-2022 роки, приріст зеленої маси кукурудзи над контролем становив 11,2 тонн на гектар при внесенні 50 кг/га добрив, 19,0

тонни при 100 кг/га мінералок та 24,8 тонн при 200 кг/га мінеральних добрив. Слід відзначити, що отримані прирости були статистично значущими, оскільки вони виявилися значно вищими за значення щонайменшої значущої різниці.

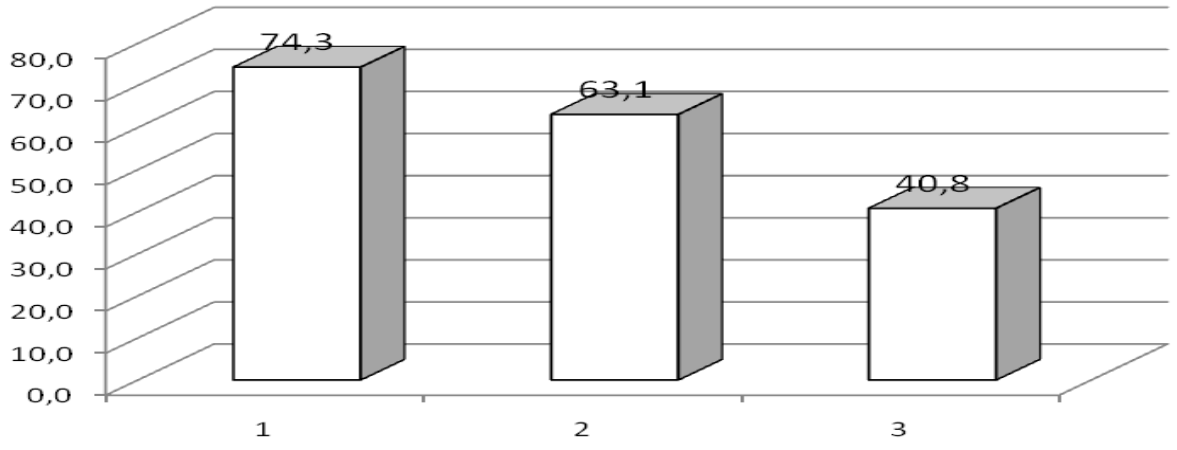
Таблиця 6

Вплив різних норм добрив на врожайність силосу кукурудзи

Варіант досліду	Рік досліджень, т/га		Приріст до контролю	
	2021	2022	т/га	%
Без добрив (контроль)	24,2	28,1	–	–
$N_{50}P_{50}K_{50}$	34,8	39,7	11,2	42,7
$N_{100}P_{100}K_{100}$	42,1	48,1	19,0	72,8
$N_{200}P_{200}K_{200}$	47,5	54,2	24,8	94,6
$НІР_{05}$	1,87	2,14		

Результати дисперсійного аналізу також підтверджують статистичну значущість приростів урожаю силосної маси кукурудзи на удобрених ділянках між собою в усі роки наших досліджень.

Доцільність внесення одного кілограма добрив у прирости урожаю зеленої маси кукурудзи представлена на рисунку 7.



1. $N_{50}P_{50}K_{50}$; 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. $N_{200}P_{200}K_{200}$

Рис. 7. Окупність кілограма мінеральних туків приростами врожаю силосу кукурудзи, середнє за 2021–2022 рр., кг/га

Результати цього графіку вказують на те, що рентабельність кілограма різних норм мінеральних добрив варіюється від 40,8% при внесенні максимальної дози до 74,3% на ділянці з мінімальним застосуванням. Іншими словами, у дослідженні виявлена зворотна залежність: зі збільшенням дози внесення добрив зменшується їхній доход.

Отже, на підставі тривалого двохрічного дослідження найкращою опцією для добрива кукурудзи на силос щодо збільшення врожаю є внесення 200 кг/га мінеральних добрив, а з точки зору рентабельності переважає система із внесенням 100 кг/га.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРОИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

Збільшення виготовлення та застосування як органічних так і мінеральних добрив у сільському господарстві на сучасному етапі є критично важливим завданням. Без цього неможливо розраховувати на подальше збільшення виробництва сільськогосподарської продукції та одночасно забезпечувати відновлення родючості ґрунтів. На додачу, необхідно постійно працювати над підвищенням ефективності внесених добрив, включаючи органічні. Результати аналітики повинні використовуватися для визначення пріоритетних напрямків використання добрив під час розподілу їх в сівозміні, включаючи культури, такі як кукурудза, а також обґрунтування оптимальних строків внесення та співвідношення поживних речовин, що дозволить досягнути найвищого приросту врожаю та прибутку для господарства [7].

.Економічна ефективність використання добрив визначається результатами їх впливу на вартісні показники. Під час розрахунків економічної ефективності, вартість приросту врожаю, одержаного завдяки добривам, порівнюється з витратами на придбання та застосування цих добрив, вираженими в гривнях.

Агрономічна та економічна ефективність не завжди співпадають. Якщо вплив добрив призводить до збільшення врожаю в обсязі, що вартує більше, ніж додаткові витрати на їх застосування, то ефективність вважається високою. В таких умовах підвищується продуктивність праці, суттєво знижується собівартість продукції та зростає рентабельність виробництва в цілому. Проте, у випадках, коли підвищення врожайності невелике, а зростання витрат на застосування добрив вище, ефективність зменшується [30].

Розрахунок економічної ефективності внесення різних доз мінеральних

добрив при вирощуванні кукурудзи на силос представлено в таблиці 8.

Таблиця 8

Економічна ефективність застосування туків при вирощуванні силосу кукурудзи, середнє за 2021–2022 рр.

Показник	Без добрив (контроль)	$N_{50}P_{50}K_{50}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$	$N_{200}P_{200}K_{200}$
Урожайність, ц/га	262	373	451	509
Прибавка урожаю, ц	-	111	189	247
Матеріально–грошові витрати на 1га, грн.	25872	35697	47304	56984
Собівартість 1 ц, грн.	98,75	95,70	104,89	111,95
Ціна реалізації 1 ц, грн.	135	135	135	135
Вартість валової продукції, грн./га	35370	50355	60885	68715
Умовно-чистий прибуток, грн./га	9498	14658	13581	11731,0
Прибуток з 1 ц, грн	36,25	39,30	30,11	23,05
Рівень рентабельності, %	36,7	41,1	28,7	20,6

Матеріально-грошові витрати при вирощуванні силосу кукурудзи в досліді прямо-пропорціно залежали від порядку удобрення і були максимальними при застосуванні $N_{200}P_{200}K_{200}$ та становили собою 56 тис. 984 грн/га.

Собівартість центнера зеленої силосної маси кукурудзи змінювалась від 98,75 грн на ділянці без добрив до 111,95 на варіанті з найбільшою кількістю внесених добрив

Величина врожайності зеленої маси силосної кукурудзи та ціна її реалізації визначала вартість валової продукції і була 35 тис. 370 грн з гектара посіву на полі без добрив та 50 тис. 355, 60 тис. 885 та 68 тис. 715 грн при внесенні відповідно $N_{50}P_{50}K_{50;}$ $N_{100}P_{100}K_{100}$ та $N_{200}P_{200}K_{200}$.

Із наведених даних із таблиці 8 видно, що найвищий умовно–чистий прибуток був на дослідній ділянці із внесенням $N_{50}P_{50}K_{50}$, де також був встановлений і максимальний рівень рентабельності який у середньому за 2021-2022 роки досліджень склав 41,1%.

У наших дослідженнях встановлено, що зменшення рівня рентабельності й умовно–чистого прибутку відбувається із збільшенням внесення кількості мінеральних туків.

Так, як найвищим умовний чистий дохід, а також рівень рентабельності встановлено на варіанті з внесенням $N_{50}P_{50}K_{50}$, можна зробити узагальнення про доцільність внесення добрив при удобренні кукурудзи на силос у вказаній кількості.

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПРИ ВИРОЩУВАНІ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

Україна вживає різноманітних нормативно-правових заходів з метою забезпечення безпеки життя та здоров'я працівників, які працюють на сільськогосподарських підприємствах. Ці нормативно-правові акти утворюють основу для забезпечення охорони праці в аграрному секторі.

Правова охорона праці працівників сільськогосподарських підприємств - це активна система заходів і правил, яка грунтується на законодавчих та інших нормативно-правових актах. Вона включає в себе соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи та засоби. Ця система спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час виконання трудових обов'язків. [63].

Поточне законодавство, яка стосується охорони праці, є складовою частиною трудового законодавства, і її головною метою є забезпечення безпеки та здоров'я працівників, а також підтримка зростання продуктивності праці.

Сучасне сільськогосподарське виробництво включає в себе використання різноманітних складних машин, механізмів, енергетичних матеріалів і речовин. Для безпечної роботи з ними необхідні знання та дотримання правил охорони праці та техніки безпеки. Проведення належних інструктажів є ключовим для запобігання виникненню аварій, виробничих травм та, в деяких випадках, навіть загибелі працівників у сільському господарстві.

У відповідності до Типового положення про порядок навчання та перевірки знань у сфері охорони праці (НПАОП 0.00–4.12–05), всі працівники, включаючи найманих працівників і студентів, проходять навчання та інструктаж з питань охорони праці. Вони також навчаються правилам надання

"першої" долікарняної допомоги потерпілим в разі нещасних випадків і правилам поведінки у випадку аварій [64].

- Під час вирощування кукурудзи на силосну масу можна вжити наступні організаційні заходи:
- Виконання вимог трудового законодавства та дотримання нормативно-правових актів у сфері охорони праці.
- Проведення оглядів, лекцій, агітації та пропаганди з питань охорони праці для підвищення свідомості працівників.
- Ефективна організація робочого процесу, навчання, контроль і нагляд за виконанням правил охорони праці.
- Використання безпечних методів та науково обґрунтованих підходів у проведенні робіт.
- Планування та вчасне проведення попереджувальних ремонтів устаткування, обладнання та технічних систем для забезпечення їх безпеки та надійності [65].

Під час збору кукурудзи на силосну масу працівники можуть бути піддані ризику виникнення небезпечних та шкідливих факторів, наявність яких може призвести до травм або інших раптових погіршень стану здоров'я.

Серед цих небезпечних факторів, які можуть виникнути при зборі зеленої маси, важливо виділити транспортні операції з використанням колісних тракторів. (МГ-80+КПІ-2,5).

НУ1 — зелена маса нерівно укладається і пресується до кузова причепа;

НУ2 — у зеленій силосній масі можуть знаходитися якісь сторонні предмети (н-д. каміння, деревина та ін.).

При збиранні силосу кукурудзи серед небезпечних дій (НД) можуть бути:

НД1 — розрівнювання силосної зеленої маси під час руху вручну;

НД2 — випадкове потрапляння працівника у потік зеленої маси.

У процесі виконання розглянутих операцій може виникнути цілком реальна загроза травмування унаслідок небезпечної ситуації.

У даному випадку небезпечними обстановками можуть бути:

НС1 — попадання у комбайн якихось предметів, що випадково можуть бути на полі;

НС2 — нищення робочих органів;

НС3 — викидання будь-яких уламків у причіп;

НС4 — удар сторонніми уламками людини.

Результатом небезпечної ситуації може стати травма (Т).

Модель процесу має такий предметний вигляд (рис. 9):

НУ2 → НД1 → НД2

↑ ⁄

НУ1 НС1 → НС2 → НС3 → НС4 → Т

Рис. 9. Логічна модель травми при збиранні силосу кукурудзи

Для уникнення такої потенційно небезпечної ситуації, агрегат повинен бути модернізований так, щоб забезпечити рівномірне завантаження зеленої маси у кузов і безперебійну її транспортацію.

Для підвищення рівня безпеки та запобігання можливим травмам механізаторів і працівників, що обслуговують машини для посіву та збору кукурудзи, необхідно впроваджувати організаційні заходи, які сприятимуть високій ефективності проведення робіт.

Робітники повинні мати відповідну кваліфікацію, бути добре ознайомлені з характером робіт та пройти інструктаж. Перед початком робіт необхідно перевірити технічний стан машин і інструментів. Нові або відремонтовані машини, а також ті, які протягом довгого часу не використовувалися, повинні

бути піддані обкатці та докладній перевірці.

Перед початком збірки кукурудзи комбайни і агрегати обов'язково повинні бути перевірені бригадиром тракторної бригади або механіком господарства. Особлива увага має бути приділена стану двигуна, запобіжних муфт, захисних кожухів, а також надійності пристроїв зчеплення і всіх болтових з'єднань.

Вивчення можливих небезпечних умов, дій та ситуацій, а також їх можливих наслідків дозволяє побудувати логічну модель процесу формування та виникнення потенційних небезпек і аварій. Ця модель може бути використана для визначення заходів, спрямованих на їх запобігання. Небезпечні дії логічно пов'язані з ризиковими умовами та факторами виробництва, що дозволяє конкретизувати сутність потенційних небезпечних ситуацій чи аварій.

РОЗДІЛ 7
ВИРОЩУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК ЗАПОРУКА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СИЛОСНОЇ КУКУРУДЗИ

Проблемі стану навколишнього середовища та здоров'я людини у сільському секторі економіки дедалі більше приділяється уваги. Дослідження, проведені в останні роки, свідчать про погіршення якості навколишнього середовища та стану здоров'я людей, і це викликає загальне занепокоєння суспільства. Один із можливих шляхів виходу з цієї ситуації полягає в виробництві екологічно чистих сільськогосподарських продуктів.

Ключовим фактором для отримання бажаних продуктів є підвищення врожайності сільськогосподарських культур за допомогою сучасних високопродуктивних гібридів і сортів, що були створені завдяки досягненням у селекції. Крім того, цей процес передбачає переоснащення сільськогосподарського виробництва технікою та технологіями, які дозволяють зменшити використання хімічних добрив і засобів захисту рослин.

Серед сільськогосподарських культур, кукурудза здобула найбільший інтерес як продукт, який відповідає екологічним стандартам. Вона знайшла широке використання у різних галузях господарства.

Технології вирощування цієї культури в наш час повинні базуватися на концепції біоземлеробства, що включає в себе агротехнічні методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. Ці заходи передбачають впровадження системи обробітку ґрунту перед посівом і після нього, а також в період догляду за культурою під час її росту [66].

Порушення санітарно-гігієнічних норм може призвести до серйозного забруднення навколишнього середовища з боку відходів, що виробляються тваринницькими фермами і комплексами. Особливо це стосується рідких стоків,

які, потрапляючи в водні джерела, можуть впливати на них подібно до мінеральних добрив.

У сфері сільськогосподарського виробництва широко використовується значний парк машин і тракторів, який включає в себе автомобілі, комбайни, трактори, різноманітні стаціонарні установки та інше обладнання. Вони можуть негативно впливати на навколишнє середовище, забруднюючи грунт і водні джерела нафтопродуктами, а також забруднюючи повітря викидами газів.

Отже, в прагненні досягти високої продуктивності землеробства, приймаються заходи, які передбачають використання на значних площах синтетичних хімічних речовин. Цей підхід, відомий як екстенсивне землеробство, був широко впроваджений в другій половині 20-го століття і залишається актуальним до цього часу. Проте ця практика завдає шкоди навколишньому середовищу і призводить до зниження якості отриманої продукції [67].

Підтримка та впровадження екологічно чистих технологій є вигідними не лише для сільськогосподарських виробників, але й для держави в цілому. Ця ініціатива сприятиме вирішенню проблеми забруднення пестицидами, поліпшенню екологічної ситуації, скороченню ерозії грунту та створенню умов для покращення якості життя населення. Крім того, вона сприяє поліпшенню здоров'я громадян та може позитивно вплинути на економічну ситуацію в державі завдяки збільшенню обсягів експорту.

При організації агропромислового виробництва слід обов'язково враховувати всі потенційні негативні впливи на навколишнє середовище та приймати ефективні заходи для їх попередження або зниження до безпечних рівнів [68].

Виробництво безпечної та екологічно чистої харчової продукції є однією з найактуальніших глобальних проблем на сьогоднішній день. Вирішення цієї проблеми можливе за допомогою комплексу організаційних, господарських та

агротехнічних заходів. Це включає в себе оновлення біорізноманіття рослин з урахуванням їхнього позитивного впливу на збільшення корисних комах, використання мікробіологічних препаратів, використання відварів та настоїв з рослин, які ростуть як у дикій природі, так і на сільськогосподарських ділянках.

Сучасне сільське господарство породжує численні серйозні екологічні проблеми для нашої планети. Вирішення цих проблем можливе лише через раціональне використання природних ресурсів, впровадження комплексних заходів з охорони навколишнього середовища та підвищення продуктивності як в рослинництві, так і в тваринництві.

ВИСНОВКИ

1. У умовах несталого зволоження в Правобережному Лісостепу України, на опідзолених важкосуглинкових чорноземах, дозоване використання мінеральних добрив є ключовим для підвищення врожайності кукурудзи на силос в системі сівозміни.

2. Аналіз балансу азоту та його інтенсивності показав, що найкращі результати досягаються при заробці 100 кг добрив на гектар. У середньому за період 2021-2022 років баланс азоту становив -47 кг/га, інтенсивність - 68%, що відповідає рекомендованим стандартам.

3. Розрахунки балансу фосфору показали, що серед трьох варіантів з різними нормами удобрень (50, 100, та 200 кг/га), найбільш доцільним є внесення 50 кг/га.

4. При удобренні кукурудзи на силос баланс калію виявився найбільш екологічно безпечним для цієї культури із внесенням 200 кг/га добрив, з балансом -16 кг/га та інтенсивністю 93%.

5. Коефіцієнт використання макроелементів з мінеральних добрив зменшувався зі збільшенням їхньої норми внесення.

6. Максимальний врожай кукурудзи на силос за весь дослідницький період був досягнутий при внесенні 200 кг/га мінеральних добрив, і становив 50,9 тонн на гектар, що перевищує врожай без добрив на 94,8%.

7. Розрахунки економічної ефективності внесення різних норм мінеральних добрив для кукурудзи на силос свідчать про значні переваги системи з внесенням 50 кг/га, де рівень рентабельності становить 41,1%, а умовний чистий прибуток – 14 тис. 658 гривні на гектар.

ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ

У польових сівозмінах Лісостепової зони України на чорноземах опідзолених важкосуглинкових при вирощуванні кукурудзи на силос рекомендуємо з осені під оранку вносити мінеральні туки у нормі не більшій за 100 кг/га кожного макроелементу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, та ін..; За ред.. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 591 с.

2. Рослинництво: Підручник. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 504 с.

3. Вітценко В.П. Сучаснге використання добрив, гербіцидів / В.П. Вітценко // Кукурудза і сорго – 2005 – №2 – С.11–12.

4. Романчик Л.А. Підвищення продуктивності використання землі із інтенсифікацією технологій вирощування культур / Л.А. Романчук. Інст. землеробства УААН. – К.: 2008. – Спецвипуск. – С. 3−11.

5. Зозуля О.Л. Селекція і насінництво польових культур – К.;Урожай, 1993 – С. 18–21.

6. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 240с.

7. Господаренко Г.М Агрохімія / Г.М. Господаренко. – К.: ННЦ; Інст. аграрної ек., 2010 – 400с.

8. Авраменко С. Ранньовесняний догляд / С. Авраменко, М. Цеймейструк, О. Глубокий // Агробізнес сьогодні. – 2016. – №7. – С. 32−33.

9. Рябчук Н. І. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник. – Харків, 2021. – 462с.

10. Косолап Н.П. Удобрення культури, а не забруднення довкілля / Н.П. Косолап // Зерно. – 2019. – №6. – С. 70−71.

11. Маслак О. Ринок зерна: прогноз на новий урожай / О. Маслак.– Пропозиція. – 2019. – №8. – С.44–47.

12. Даниленко Ю.П. Удосконалення технології обробітку кукурудзи – основний шлях підвищення врожайності / Т.А. Любименко, Ю.П. Даниленко // Кукурудза і сорго. – 2013. – №6. – С. 2−3.

13. Бомба М.Я. Комплексна дія обробки, добрив, гербіцидів на продуктивність кукурудзи / М.І. Бомба, М.Я. Бомба // Кукурудза і сорго. – 2021. – №4. – С. 7−8.

14. Баршадська С.І. Калійне живлення на чорноземних грунтах – вносити чи ні? / С.І. Баршадська // Агрономічний журнал. – 2016. – №3 (41). – С. 38−41.

15. Краснєнков С.С. До збирання – готовий // The Ukrainian Farmer. – 2022. – №10 (47). – С. 44−46.

16. Марчук І.У. Живлення та оптимальне удобрення кукурудзи // Пропозиція. – 2018. – № 5. – С. 25–27.

17. Кузьменко Ю. Живлення і удобрення кукурудзи / Ю. Кузьменко // Дійсний господар. – 2016. – №7. – С. 19−23.

18. Слюдеєв Ю.А. Продуктивність гібридів кукурудзи при різній густоті стояння рослин та дозах добрив на вилужених чорноземах / Ю.А. Слюдеєв // Кукурудза і сорго. – 2013. – №4. – С. 6−8.

19. Антулін Д.А. Вплив добрив на врожай кукурудзи та проса в умовах південного лісостепу / Д.А. Антулін, Л.И. Салмін, В.К. Каличкін // Кукурудза і сорго. – 2013. – №4. – С. 9−10.

20. Пестряков А.М. Урожайність кукурудзи в залежності від добрив та агрофозіологічного стану ґрунту / А.М. Пестряков // Кукурудза і сорго. – 2022. – №1. – С. 7−8.

21. Зайцев О. Використання сучасних гібридів кукурудзи від агрофірми „Сади України ” – реальний шлях отримання високих урожаїв. // Пропозиція. – 2013. – №1. – С. 14−15.

22. Чучмій І.П. Методика станційного випробування гібридів кукурудзи / Тез. доповідей (8−10 червня 1993р.) – Умань, 1993 – С. 84–86.

23. Хроменко А.С. До питання створення скороспілих гібридів кукурудзи / А.С. Хроменко, І.П. Чучмій. Доповідь наук. Метод. кукурудзи і сорго. – Молдова. – Кишинів, 1991. – С. 129−133.

24. Саблук П.Т. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / 2-е вид., доп. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.

25. Патика В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.

26. Марчук І.У. Добрива та їх використання: довідник. – К.: «Урожай», 2002. – 720 с.

27. Бойко В.І. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / за ред. В.І.Бойка. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 400 с.

28. Санін Ю.В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами // Агроном журнал. – 2015. – №1 (39). – С. 34−37.

29. Цз. Цзинь. Кому належить домінуюча роль усунення стеблових гнилей кукурудзи при застосуванні хлористого калію / Цз. Цзинь, П. Хэ, Кс. Лиу // Агрономічний журнал. – 2021. – №2 (40). – С. 116−118.

30. Карасюк І.М. Агрохімія / І.М. Карасюк, Г.М. Господаренко О.М. Геркіял,, та ін.. – Київ.: Вища школа. 1995. – 472 с.

31. Косарський В.Ю. Вплив густоти рослин на врожайність зерна кукурудзи в умовах східної частини Степу України // Агроном. – 2021. – № 3. – С. 70–72.

32. Куржієв Х. Г. Особливості формування врожаю гібридів кукурудзи за умов недостатнього зволоження / Х. Г. Куржієв // Агрохічний вісник. – 2019. – № 6. – С. 21–23.

33. Каменщук Б.Д. Методичні підходи до оцінки сучасних гібридів кукурудзи багатофакторним способом / Б. Д. Каменщук // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 6. – С. 54–56.

34. Черчель В. Украинские гибриды пробивают себе дорогу / В.Черчель // Зерно. – 2022. – № 1. – С. 52–57.

35. Пащенко Ю. Кожній зоні – свій гібрид / Ю. Пащенко // Зерно. – 2021. – № 3. – С. 82–86.

36. Лівандовський А. Новинки селекційних продуктів кукурудзи на 2013 рік / А. Лівандовський // Пропозиція. – 2013. – № 4. – С. 88–91.

37. Грабовський М.Б. Продуктивність кукурудзи на силос залежно від густоти стояння рослин // Агробіологія.-2015. – №2. – С. 77–82.

38. Циков В.С. Інтенсивна технологія вирощування кукурудзи / В.С. Циков, – М.: Агропромвидат, 1989. – 247 с.

39. Effect of planting on nutritional quality of green-chopped corn / G. Ferreira, M. Alfonso, E. Alessandri // Journal of Dairy Science. – Vol. 97. – Issue 9. – September 2014. – P. 591–592.

40. Деряга Є.В. Технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в східному Степу. – Дніпропетровськ, 2002. – 175 с.

41. Ткаліч Ю.І. Ріст, розвиток та продуктивність гібридів кукурудзи різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин в північній частині Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 „Рослинництво” / Ю.І. Ткаліч. – Дніпропетровськ, 2000. – 16 с.

42. Циков В.С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння / В.С. Циков. – Днепропетровск: В-во Зоря, 2003. – 296 с.

43. Югенхеймер Р.У. Кукурудза: покращення сортів, виробництво насіння / Р.У. Югенхеймер; пер. з анг. – К.: Колос, 1979. – 519 с.

44. Балюра В.И. Площа листа і густота стояння рослин / В.И. Балюра // Кукуруза. – 1960. – №6. – С. 39–42.

45. Worley J.W. Comparison of harvesting and transport when biomass crops are handled as hayvs silage // Biorce Technology. –Vol. 56. – Issue 1. – April 2006. – P. 69–75.

46. Cusicanqui, J.A. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality // Agronomy Journal. – Vol. 91. – Issue 6. – November 2019. – P. 911-915.

47. Shaffer, J.A., G.W. Roth, J. A. Breining Pennsylvania commercial grain and silage hybrid corn tests. Accessed Feb. 27, 2014. http://pubs.cas.psu.edu/ FreePubs/pdfs/uc194.pdf.

48. Липовий В.Г. Кукурудза різних груп стиглості в силосному конвеєрі центрального Лісостепу України // Корми і кормовиробництво. – К.: «Агронаука», 2014.– № 50.– С. 22-24.

49. Гузь М. Кукурудза на силос / М. Гузь, В. Марченко // Agroexpert. – 2010.– № 7. – С. 22–25.

50. Єфремова З.С. Гібриди кукурудзи різних груп стиглості // Кукурудза і сорго. – 2015. – № 5 – С. 16-18.

51. Карпенко А.П. О качестве и учете кукурузы на силос и зеленый корм / А.П. Карпенко // Кукуруза. – 2014. – № 5.– С. 25–26.

52. Глушкіна З. Залежність якості силосної маси кукурудзи, що вирощується на силос, від скоростиглості сорту та прийомів агротехніки / З. Глушкіна, М. Кушінська // Зб наукових праць НІІ землероства. – К, 1982.– С. 147–151.

53. Танчик С.П. Строки збирання кукурудзи на силос і якість корму / С.П. Танчик, І.М. Скалій / http://www.snpk.com.ua/advices/14/

54. Томашевський Д.Ф. Кукурудза. – К: Урожай, 1970. – 364 с.

55. Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2018 році/ – К.: Алефа, 2018. – 39 с.

56. Недвига М.В. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства / М.В. Недвига, та ін. – К.: Агропромвидав України, 1999. – 240 с.

57. Геркіял О.М. Методичні поради до виконання курсової роботи «Система удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні» студентами фахових спрямувань „Агрономія”, „Плодоовочівництво і виноградарство” / Геркіял О.М., Новак Ю.В. – Умань, 2010. – 22 с.

58. Карасюка І.М. Методичні поради до виконання курсової роботи з системи удобрення в сівозміні студентами агрономічних спеціальностей / Кол. авторів за ред. проф. І.М. Карасюка. – Умань: УСГА, 2001. – 30 с.

59. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / Ю. О. Тараріко, Л. Д. Глущенко. – К.: Нора-прінт, 2001. – 59 с.

60. Мосіюк О.П. Економічна ефективність застосування добрив.. – К.: Урожай. – 1987. – 132 с.

61. Мойсейченко В.Ф. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник.. – К.: Вища шк., – 1994. – 334с., іл.

62. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. – К.: ТОВ "СІК ГРУП УКРАЇНА", 2015. – 332 с.

63. Катренко Л.А. Охорона праці. / Л.А. Катренко, І.П. Пістун. – Суми.: Університетська книга, 2004. – 500 с.

64. Бутко Д.А. Організація навчання з питань охорони праці працівників АПК./Д.А. Бутко, М.Т., С.Д. Мозілін. – Сімферополь, 2001. – 320 с.

65. Лахман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / С.Д. Лахман, С.М. Козирев. – К.: Урожай, 1990. – 234 с.

66. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежатиме від рівня догляду за посівами / Пропозиція. — 2020.–№7. — С. 72–74.

67. Шувар І. На шляху до біологізації / Агробізнес сьогодні. — 2013.–№1–2. — С. 34–35.

68. Ратошнюк Т. М. Економічний механізм стимулювання виробництва екологічно чистої продукції / Наука і економіка. — 2012.–№1. — С.150-153.

ДОДАТКИ

Додаток А

Баланс макроелементів при застосуванні різних норм добрив, 2021 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
Без добрив (контроль)	-79	-31	-104
$N_{50}P_{50}K_{50}$	-63	7	-97
$N_{100}P_{100}K_{100}$	-38	47	-80
$N_{200}P_{200}K_{200}$	45	141	-2

Інтенсивність балансу макроелементів при застосуванні різних норм добрив, 2021 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
$N_{50}P_{50}K_{50}$	43	115	34
$N_{100}P_{100}K_{100}$	73	190	56
$N_{200}P_{200}K_{200}$	130	337	98

Коефіцієнт використання макроелементів за різних норм добрив, 2021 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
$N_{50}P_{50}K_{50}$	68,9	26,5	90,1
$N_{100}P_{100}K_{100}$	58,2	22,4	76,1
$N_{200}P_{200}K_{200}$	37,9	14,6	49,5

Продовження додатку А

Баланс макроелементів при застосуванні різних норм добрив, 2022 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
Без добрив (контроль)	-91	-35	-119
$N_{50}P_{50}K_{50}$	-79	0	-119
$N_{100}P_{100}K_{100}$	-56	40	-104
$N_{200}P_{200}K_{200}$	24	132	-30

Інтенсивність балансу макроелементів при застосуванні різних норм добрив, 2022 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
$N_{50}P_{50}K_{50}$	39	101	30
$N_{100}P_{100}K_{100}$	64	166	49
$N_{200}P_{200}K_{200}$	114	295	87

Коефіцієнт використання макроелементів за різних норм добрив, 2022 р., кг/га

Варіант	Азот	Фосфор	Калій
$N_{50}P_{50}K_{50}$	75,4	29,0	98,6
$N_{100}P_{100}K_{100}$	65,0	25,0	85,0
$N_{200}P_{200}K_{200}$	42,4	16,3	55,5

Додаток Б

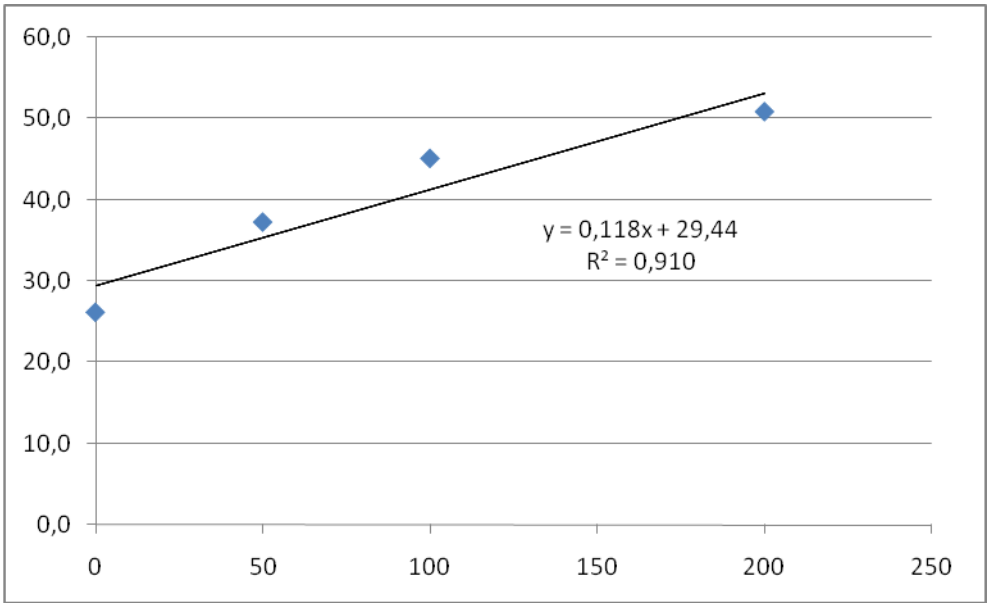


Рис. 1. Кореляційна залежність та рівняння регресії поміж кількістю внесеного азоту та врожайністю силосу кукурудзи,
середнє за 2021–2022 рр.

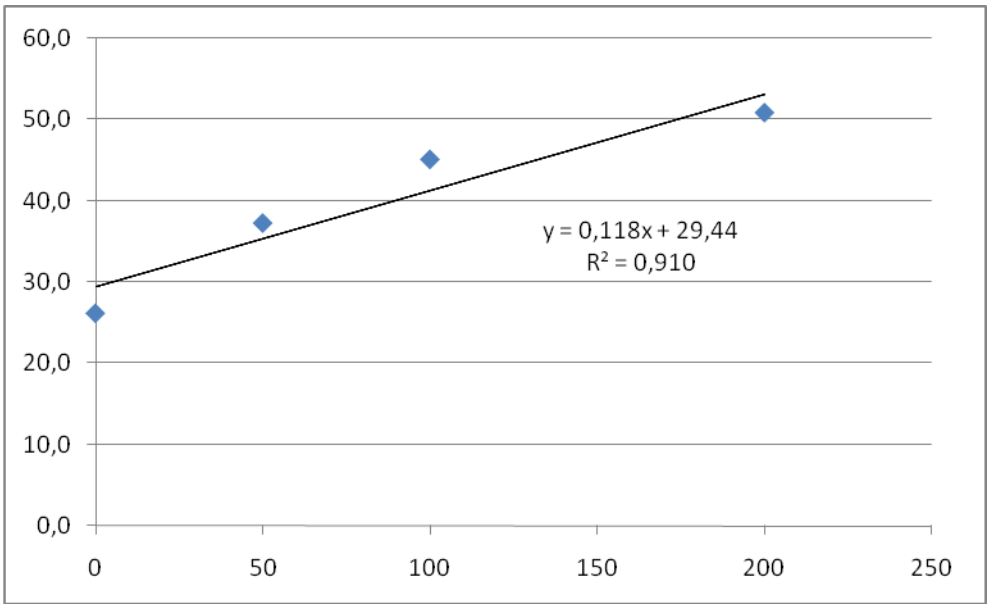


Рис. 1. Кореляційна залежність та рівняння регресії поміж кількістю внесеного фосфору та врожайністю силосу кукурудзи,

середнє за 2021–2022 рр.

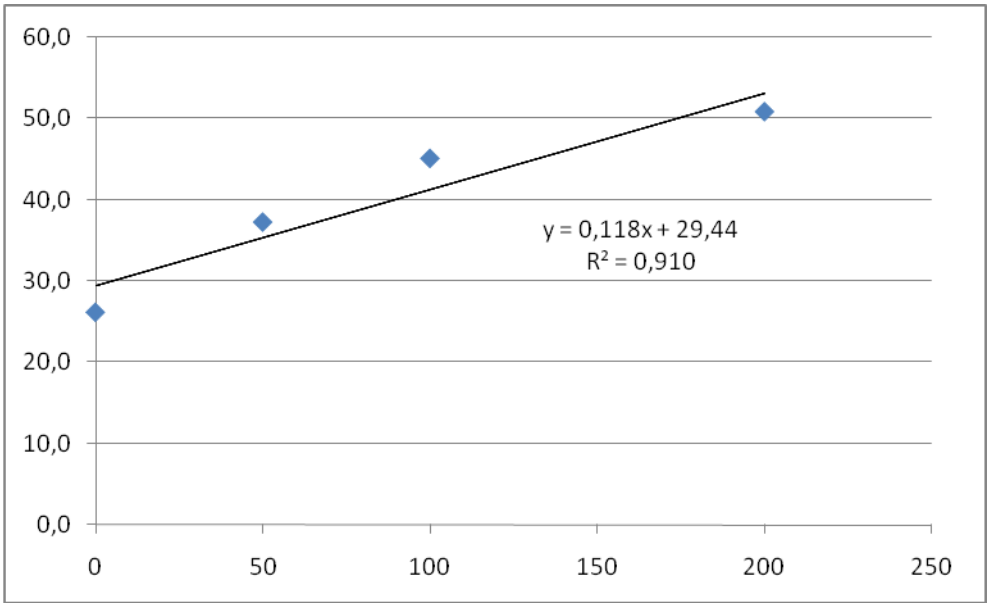


Рис. 1. Кореляційна залежність та рівняння регресії поміж кількістю внесеного калію та врожайністю силосу кукурудзи,
середнє за 2021–2022 рр.

Додаток В

Опыт: урожайность зеленой массы кукурузы, 2021 г.
Единица измерения данных, т/га
Вариантов 4 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	25.20	26.90	27.60	27.20
2	35.70	37.00	36.40	35.70
3	42.90	40.20	39.80	40.70
4	48.20	45.10	44.30	44.10

Средняя по опыту - 36.80

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	489.46	11		
Повторений	0.30	2		
Вариантов	487.40	3	162.47	554.38
Остатка	1.76	6	0.29	

Ошибка средней = 0.31 Ошибка разности средних = 0.44
НСР = 1.87 или 3.83%
Сила влияния фактора = 1.00
Ошибка опыта = 0.84% Вариация данных = 17.99%

Продовження додатку В

Опыт: урожайность зеленой массы кукурузы, 2022 г.
Единица измерения данных, т/га
Вариантов 4 ,Повторностей 3
Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	23.10	26.70	25.60	26.00
2	32.60	34.90	35.20	35.80
3	39.50	40.20	39.70	38.90
4	41.80	41.90	42.40	42.50

Средняя по опыту - 35.9

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	453.90	11		
Повторений	0.08	2		
Вариантов	451.79	3	150.60	446.21
Остатка	2.02	6	0.34	

Ошибка средней = 0.34 Ошибка разности средних = 0.47
НСР = 2,14 или 3.48%
Сила влияния фактора = 0.92
Ошибка опыта = 0.94% Вариация данных = 17.93%

Додаток Г

Технологічна карта вирощування кукурудзи на силос

Види робіт	Од. Виміру	Об'єм роботи			Марка і склад агрегату				Всього оплат	ПММ			Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	**Всього затрат**
		в фізичних одиницях	В умовних еталонних га	Коефіцієнт переводу	Трактори чи автомашини	С.-г. машини та інвентар	Обслуго в. персонал			на одиницю роботи, кг	на весь об'єм, ц	вартість, грн			
							механізатори	інші робітники							
Дискування	га	100	18	11,6	Т-150	ЛДГ-15	1	0	19,25	2,7	2,7	486	216	180	2012,18
навантаження міндобрив	кг	5000	39	7,7	ДТ-75М		1	0	60,93	0,5	5	900	468	390	788532,33
Внесення добрив	га	100	578	11,6	Т-150К	РОУ-10	1	0	609,29	50	50	9000	6936	5780	74850,10
Оранка	га	100	143	11,6	Т-150	ПЛП 6-35	1	0	174,71	13,5	13,5	2430	1716	1430	12839,33
Боронування	га	200	27	11,6	Т-150К	21 БЗТС-1.0	1	0	24,91	1,6	3,2	576	324	270	2667,82
Вирівнювання площі	га	200	27	7,7	ДТ-75М	ШБ-2,5+ЗОР-07	1	0	37,17	7,3	14,6	2628	324	270	7276,59
Культивація	га	100	23	7,7	ДТ-75М	2КПГ-4, С-11У	1	0	31,03	2,9	2,9	522	276	230	2364,45
Підвезення води	т	30	8	4,2	ЮМЗ-6	ЗЖВ-1,8	1	0	17,14	0,4	0,12	21,6	96	80	479,44
Підготовка гербіциду	т	30	7	4,2	ЮМЗ-6	АПР "Темп"	1	1	76,40	3,4	1,02	183,6	84	70	924,32
Культивація з внесенням герб.	га	100	44	7,7	ДТ-75М	УСМК-5.4	1	0	149,39	5	5	900	528	440	82646,95
навантаження насіння	т	1,2	0	0	Вручну	-	0	1	2,35	0	0	0	0	0	5,25
Доставка насіння	т/км	12	0	0	ГАЗ-53А	-	0	0	0,00	0	0	0	0	0	13,40
Заправка агрегату	т	1,2	0	0	Вручну	-	0	1	6,55	0	0	0	0	0	14,62
Посів	га	100	70	6,3	Т-70С	СУПН-6	1	1	301,62	4,1	4,1	738	840	700	59343,00
Коткування	га	100	15	7,7	ДТ-75М	С-11 У, ЗКВГ-1,4 (3)	1	0	18,32	1,9	1,9	342	180	150	1541,24
Досходова обробка	га	100	14	11,6	Т-150К	21 БЗТС-1.0	1	0	12,46	1,6	1,6	288	168	140	1358,48
Підвезення води	т	30	8	4,2	ЮМЗ-6	ЗЖВ-1,8	1	0	17,14	0,4	0,12	21,6	96	80	479,44
Підготовка гербіциду	т	30	7	4,2	ЮМЗ-6	АПР "Темп"	1	1	76,40	3,4	1,02	183,6	84	70	924,32
Внесення гербіциду	га	100	53	11,6	Т-150К	ПОУ	1	0	119,38	3,2	3,2	576	636	530	21659,81
Міжрядний обробіток	га	100	55	4,9	МТЗ-80	КОН-2.8ПМ	1	0	119,25	6,7	6,7	1206	660	550	5660,33
Культивація	га	100	44	7,7	ДТ-75М	УСМК-5.4	1	0	149,39	5	5	900	528	440	44691,66
Проривка	га	100	0	0	Вручну	-	0	1	8708,4	0	0	0	0	0	19442,83
Міжрядний обробіток	га	100	55	4,9	МТЗ-80	КОН-2.8ПМ	1	0	119,25	6,7	6,7	1206	660	550	5660,33
Перевірка	га	100	0	0	Вручну	-	0	1	7257,00	0	0	0	0	0	16202,36
Підвезення води	т	30	8	4,2	ЮМЗ-6	ЗЖВ-1,8	1	0	17,14	0,4	0,12	21,6	96	80	479,44
Підготовка гербіциду	т	30	7	4,2	ЮМЗ-6	АПР "Темп"	1	1	76,40	3,4	1,02	183,6	84	70	924,32
Внесення гербіциду	га	100	21	4,2	ЮМЗ-6	СПШ-15	1	0	130,72	3,2	3,2	576	252	210	20113,34
Збирання	ц	58800	0	0	КСК-100		0	1	61230,94	0	0	0	0	0	136707,29
РАЗОМ	х	х	1319	175	х	х	х	х	92071,39	х	138,42	24915,60	15828	13190	3569696,63