МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
«_____»_____2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент
_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 22 м-а
спеціальності 201 Агрономія
М`ЯКОТА Сергій Віталійович

Керівник: РАССАДІНА Ірина, к.с.-г. н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. ЗЕРНОВА КУКУРУДЗА У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ ТА ЇЇ УДОБРЕННЯ НА ЧОРНОЗЕМАХ ОПІДЗОЛЕНИХ (огляд літератури)…….…… 6
1.1. Біоекологічні та агротехнологічні особливості кукурудзи……. 6
1.2. Мінеральне живлення і удобрення зернової кукурудзи на різних ґрунтах……... 10
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……... 14
2.1. Характеристика гібрида кукурудзи на зерно ДКС-4795 (ФАО 380).. 14
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…... 15
3.1. Характеристика ґрунтів місця проведення досліджень……..... 15
3.2. Кліматичні умови і погода років досліджень…… 16
3.3. Схема досліду……... 17
3.4. Агротехніка вирощування зернової кукурудзи……. 18
3.5. Методика проведення досліджень……..…… 19
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ЗЕРНОВОЇ КУКУРУДЗИ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)…….. 20
4.1. Зміни агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого під впливом добрив…… 20
4.2. Ріст і розвиток кукурудзи під впливом удобрення……... 22
4.3. Вплив удобрення на прибавку врожаю зерна кукурудзи…… 25
4.4. Залежність якості зерна кукурудзи від впливу норм удобрення……. 27
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД КУКУРУДЗУ…… 30
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА…….. 34
6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці під час вирощування кукурудзи……... 34

6.2. Охорона навколишнього середовища під час внесення мінеральних добрив…… 37
ВИСНОВКИ…… 38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 39
ДОДАТКИ…….. 45

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза (Zea mays L.) є широко поширеною та популярною культурою, яка займає важливе місце серед зернових, кормових та технічних культур. Вона володіє універсальністю вирощування та високою продуктивністю. Зерно кукурудзи є цінним концентрованим кормом для різних сільськогосподарських тварин та птахів.

Кукурудза також має широке застосування в харчовій індустрії. З її зерна виготовляють борошно, крупи, пластівці та інші продукти для консумації. Крім того, зерно кукурудзи є важливою сировиною для виробництва спирту, крохмалю та глюкози. Якщо говорити про інші частини рослини, то і стебла, і лушпиння качанів знаходять своє використання в виробництві паперу, клею, фарб та синтетичної смоли. Кукурудза відіграє значущу роль в різних галузях, надаючи ресурси для виробництва різноманітних продуктів та матеріалів.

Вирощування кукурудзи має велике організаційне та економічне значення. Оскільки кукурудзяне поле сіють і збирають пізніше порівняно з іншими ярими культурами, це сприяє більш ефективному використанню робочої сили та сільськогосподарської техніки. Такий графік робіт сприяє оптимальній організації сільськогосподарського процесу, дозволяючи зменшити витрати та підвищити продуктивність.

Комплексне удосконалення технології вирощування кукурудзи на основі повної механізації робіт та впровадження виробництва нових високопродуктивних гібридів інтенсивного типу створює сприятливі передумови для отримання високих урожаїв [1, 2].

Результати досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених переконливо свідчать про ефективність кожного із наявних елементів системи удобрення. Однак досі не вивчено достатньо комплексної взаємодії цих елементів у поєднанні з рекомендованими засобами захисту рослин при вирощуванні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Розширення асортименту

мінеральних добрив, протруйників насіння та гербіцидів створили передумови для їх комплексного використання в агроценозах кукурудзи. Тому виробничники вимагають від наукових установ проведення додаткових досліджень щодо здійснення оптимізації існуючої базової системи удобрення з прийняттям до уваги біологічних особливостей сучасних гібридів та їх потенційних можливостей, ґрунтово-кліматичних умов даного регіону з подальшим вивченням її впливу на структуру врожаю, урожайність зерна та його якість. Саме тому наші дослідження є своєчасними і актуальними.

Метою досліджень було порівняти норми внесення мінеральних добрив для максимальної реалізації біопотенціалу гібриду кукурудзи і розробити їх оптимальні дози на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу.

Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити такі *завдання*:

– вивчити літературні джерела з теми роботи;

– вивчити вплив мінеральних добрив на агрохімічні властивості ґрунту;

– дослідити вплив удобрення на проходження фенологічних фаз росту і розвитку кукурудзи;

– вивчити вплив удобрення на урожай та якість зерна;

– дати економічну оцінку ефективності внесення різних норм мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи.

Об'єкт дослідження: процеси росту і розвитку рослин, урожайність та якість зерна гібриду кукурудзи ДКС-4795 (ФАО 380) залежно від умов мінерального живлення.

Предмет дослідження: районований середньоранній гібрид кукурудзи ДКС-4795 та дози, строки і способи внесення добрив.

Апробація результатів виконаних досліджень. Основні теоретичні положення і результати досліджень, які включені до цієї кваліфікаційної роботи, доповідались, обговорювались та отримали схвальну оцінку на засіданнях: кафедри агрохімії і ґрунтознавства УНУС.

РОЗДІЛ 1
АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ (огляд літератури)

1.1. Біоекологічні тп агротехнологічні особливості кукурудзи

Кукурудза (Zea mays L.) належить до родини тонконогових і представляє собою важливу злакову культуру, що вирощується як однорічна рослина. Сучасна кукурудза, завдяки успішному генетичному відбору, значно відрізняється від тієї, яка була вирощена в Америці у 17 столітті. В даний час існує понад 700 сортів і гібридів кукурудзи, які можна класифікувати в 7 основних видів [3–6].

Відомі вісім етапів росту кукурудзи. Перечислимо основні етапи життєвого циклу кукурудзи [7]:

1. Проростання є першим етапом вирощування кукурудзи. Під час цього процесу кореневі волоски та бічні корінці робляться видимими. Далі, з каріопсису (зерна) виходить колеоптиль.

2. Розвиток листя є важливою стадією в зростанні кукурудзи. Цей процес розпочинається, коли перший лист виростає через колеоптиль, і триває до того моменту, поки не розгорнеться щонайменше 9 листків. Важливою частиною цього етапу є формування рослиною достатньої кількості листків для забезпечення оптимального процесу фотосинтезу та збільшення площі листя для збору сонячного світла.

3. Ріст або видовження стебла є важливою стадією росту кукурудзи, яка визначається появою першого вузла. Протягом цього періоду стебло постійно збільшується в довжину. Подовження стебла триває до того моменту, поки не формується щонайменше дев’ять вузлів.

4. Викидання суцвіття та поява початка (качана) є важливим етапом в розвитку кукурудзи. На цьому етапі віник у верхній частині стебла стає

видимим. Цей етап триває до тих пір, поки китиця не стане повністю видимою і не виокремиться на стебельці.

5. Цвітіння і запліднення є ключовим етапом в розвитку кукурудзи. Під час цього процесу чоловічі суцвіття у верхній і нижній частині стебла розпочинають цвісти. У той же час жіночі початки, розташовані в верхній частині качана, розкриваються. Жіночі приймочки повністю виринають з качана і стають доступними для запліднення. Після цього, якщо опилення відбудеться успішно, розпочинається процес утворення зерна.

6. Розвиток зерняток. На цьому етапі росту кукурудзи зерно починає свій розвиток. Стадія закінчується, коли всі ядра розвиваються до остаточного розміру.

7. Дозрівання. Стадія починається з вмісту м’яких ядер (45% сухої речовини) і закінчується блискучими та твердими ядрами (65% сухої речовини).

8. Старіння. Рослина всихає і руйнується, на цьому завершується життєвий цикл кукурудзи.

Рослини, які вирощуються в північно-лісостепових кліматичних умовах, піддаються впливу різних негативних факторів. Ці впливи можна розділити на фактори, що діють протягом всього року, та ті, які специфічні для періоду вегетації. Характеристика цих впливів включає нерівномірність та просторову локацію протягом року, що робить їх прогнозування та протидію більш складними. Ці аспекти вивчаються та описуються в наукових дослідженнях [8–10].

Кукурудза є весняною рослиною, тому на її вирощуванні впливають негативні чинники, що відбуваються взимку. Ці фактори включають глибоке промерзання та структуризацію ґрунту, а також накопичення вологи. Особливо важливо враховувати вплив вегетаційних факторів під час періоду вегетації, оскільки вони мають значний вплив на ефективний розвиток рослин. До цих факторів відносять атмосферні та ґрунтові посухи, тривалі та інтенсивні опади, недостатнє сонячне світло і тепло, морози, недостатній

вегетаційний період, град, повені, бурі та сильний вітер [11–14]. Втрати, спричинені цими факторами, можуть також залежати від родючості ґрунту, використання добрив і рівня агротехніки. Погодні умови перед та після настання несприятливого фактора, фаза розвитку рослини, інтенсивність та тривалість впливу конкретного фактора також сильно впливають на можливі втрати для рослини.

У сучасному світі кукурудза визнана дуже важливою сільськогосподарською культурою завдяки своєму універсальному використанню. Її роль стає ще більш суттєвою через високий виробничий потенціал та можливість вирощування в монокультурі [15]. У період зростання популярності зернових культур, правильне чергування культур стає рідкістю, а вирощування кукурудзи може виправити цю тенденцію. Плануючи посів кукурудзи, важливо враховувати вибір відповідного сорту. Обрання правильного сорту не лише забезпечує рослині більшу стійкість до негативних кліматичних умов, але й гарантує більш стабільний урожай. Такий підхід сприяє ефективному вирощуванню кукурудзи і підвищує його економічну важливість в сільському господарстві.

Кукурудза дуже вимоглива до водних ресурсів грунту. Основним чинником, що визначає отриманий урожай, є кількість опадів, що випала під час вегетації кукурудзи, тобто з квітня по вересень. Незважаючи на те, що кукурудза є водоощадливою рослиною, про що свідчить низький коефіцієнт транспірації 180–245 (для порівняння, швидкість транспірації ярої пшениці становить близько 430), її потреби у воді великі. Причиною таких високих потреб є виробництво великої кількості сухої речовини [16]. Це означає, що вона споживає значну кількість води на одиницю площі. При врожайності 5–6 тонн зерна та 10–13 тонн сухої маси надземних частин, тобто приблизно 50–60 тонн сирої маси, цей вид споживає 2,6–3,4 млн літрів води з гектара. Це багато більше, ніж інші злаки. Не тільки кількість опадів дуже важлива, але їх сприятливий розподіл протягом вегетаційного періоду. За сприятливого розподілу протягом вегетаційного періоду, кількість опадів

300–500 мм на рік здатна задовольнити потреби кукурудзи у воді. Вологість ґрунту – важлива умова росту кукурудзи. Обмежена вологість, суглинні ґрунти краще підходять для кукурудзи, ніж піщані. У північних регіонах, де бракує тепла та висока вологість, добре вирощені легкі суглинисті, супіщані та супіщані ґрунти більше підходять для вирощування кукурудзи, оскільки навесні вони швидше прогріваються [17].

В північних регіонах вирощування кукурудзи рекомендується проводити на полях, які захищені від вітру та розташовані на південних схилах. Це обумовлено тим, що такі умови сприяють підвищенню температурного режиму та зменшенню впливу холодних вітрів, що особливо важливо для росту кукурудзи в північних регіонах. Ґрунти, які часто характеризуються холодом та перезволоженістю, не є оптимальними для вирощування кукурудзи, особливо в північних областях її агрокліматичної зони [18].

Температура грунту є ще одним важливим фактором, який впливає на правильний і швидкий ріст та розвиток кукурудзи [20, 41, 42, 44]. Найкращий час для посіву кукурудзи – коли температура грунту піднялася до 8–10 °C на глибині сівби, що сприяє швидкому та рівномірному проростанню. Гібридні сорти рослин, які мають менші термічні вимоги, можуть задовільно проростати при температурі 6 °C. Посів кукурудзи при вищих температурах у початковий період сприяє прискоренню проростання та позитивно впливає на подальший ріст і розвиток рослин. Низька температура може призвести до ослаблення кукурудзи, сповільнення росту та, у деяких випадках, загибелі рослин. Глибина посіву також важлива, оскільки вона впливає на проростання кукурудзи. Урахування цих факторів дозволяє оптимізувати процес вирощування кукурудзи та підвищити його продуктивність.

Рослини, які ростуть в помірному кліматичному поясі, в основному використовують фотосинтез типу С3 [20]. Кукурудза ж, як і більшість рослин тропічного кліматичного поясу, використовує фотосинтез типу С4, який активується при вищих температурах, особливо вище 25°С. Цей тип

фотосинтезу виявляється більш ефективним при високих температурах та в умовах достатнього освітлення та високого вмісту діоксиду вуглецю. Використання фотосинтезу типу С4 дозволяє рослинам ефективно здійснювати фотосинтез при умовах високих температур і підвищує їх адаптабельність до теплого клімату. У той же час, ці фактори можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на ріст і розвиток кукурудзи.

Подальші кліматичні фактори, такі як заморозки, град та вітер, завжди можуть мати негативний вплив на ріст і розвиток кукурудзи, незалежно від періоду їх виникнення [21].

Отже, кліматичні умови є елементом середовища, на яке фермер має дуже обмежений вплив і яке дуже часто визначає успіх виробництва. Обмежуючими факторами при вирощуванні кукурудзи є нестача тепла та води. Невиконання теплових вимог спричиняє гальмування життєдіяльності, що призводить до зниження продуктивності рослин, а в крайньому випадку до його зникнення.

1.2. Мінеральне живлення і удобрення зернової кукурудзи на різних грунтах

Кліматичні фактори і сортові особливості важливі у вирощуванні кукурудзи, проте не слід забувати найважливіше питання, а саме внесення добрив під культуру. Не зважаючи на потужний зовнішній вигляд, це дуже вимоглива культура як з точки зору макро-, так і мікроелементів [22]. Згідно з різними дослідженнями, кукурудза потребує 20–33 кг N, 11-14 кг P_2O_5, 28–38 кг K_2O, 4–6 кг MgO, 4 кг S, приблизно – 5 кг CaO [23].

За врожайності 65 ц/га зерна кукурудза забирає з грунту сукупно 150–180 кг азоту, 50–60 кг фосфору і 150–200 кг калію [24].

Кукурудза засвоює велику кількість мікроелементів, найважливішими з яких є: цинк, бор, марганець та залізо. З урожайністю 10 тонн зеленого корму

рослина бере близько: 38 кг N, 14 кг P2O5 , 38 K2O, 10 кг CaO, 10 кг MgO та 3-4 кг S + мікроелементів [25].

Враховуючи лише живильні потреби кукурудзи, дослідники вказують, що для передбачуваного врожаю 8 тонн сухого зерна кукурудза потребує приблизно 200–250 кг N, 90–110 P_2O_5, 225–300 кг K_2O, 32–50 кг MgO, 30 кг S і 30–40 кг CaO. Отже, у системі удобрення ми повинні використовувати ті мінеральні добрива, які забезпечать кукурудзу вищезгаданими елементами. Однак ми повинні враховувати велику різноманітність ґрунтів, тому варто проаналізувати вміст мінерального азоту і періодично перевіряти ґрунти на вміст калію, фосфору, магнію і, перш за все, pH [26].

З органічних добрив найширше вносять гній. Його ефективність якого залежить від погоди упродовж вегетаційного періоду. Органічні добрива, такі як гній, рекомендується рівномірно розподіляти на площі і своєчасно заорювати. У вологих умовах рекомендується вносити гній під зяблеву оранку. При внесенні 30 т/га гною під зяблеву оранку в середньому за 3 роки урожай зерна кукурудзи становив 51,0 ц/га. При цьому, при внесенні цієї ж норми під ранньовесняне переорювання зябу весною урожай склав 45,3 ц/га [27].

В умовах Правобережного Лісостепу рекомендовані такі середні дози мінеральних добрив: на малогумусних середньо- і важкосуглинкових карбонатних чорноземах $N_{45-60}P_{60-90}K_{45-60}$; на опідзолених середньосуглинкових чорноземах, темно-сірих і сірих опідзолених середньо- і важкосуглинкових грунтах $N_{60-90}P_{40-60}K_{60-90}$ [28].

Досліди показують [29], що дуже важливим інгредієнтом підживлення кукурудзи є калій, який за останні роки недооцінювали. Він несе відповідальність не тільки за стабілізацію водного балансу, а й за поглинання та асиміляцію азоту в урожай. У той же час цей компонент зменшує зараження рослин хворобами та має тенденцію зв’язувати та утримувати воду в ґрунті. Калій може надходити з добрив, які додатково містять цинк та залізо, та у вигляді добрив, що додатково містять магній та сірку.

Фосфор грає важливу роль у розвитку кореневої системи рослин, допомагаючи їй формувати велику та добре розвинену кореневу систему. Це мінімізує стресову чутливість рослин і дозволяє їм ефективно забирати поживні речовини з широкого об'єму ґрунту. Фосфор і калій також впливають на вміст води в зерні під час дозрівання. Це має значення для управління якістю та вологою в продуктах під час збирання врожаю. Магній, сірка та мікроелементи відіграють роль у конвертації азоту, поглинутого рослинами, у врожай біомаси. Цей процес сприяє формуванню врожаю зерна, а також збільшенню вмісту білка в зерні. Важливо враховувати ці аспекти при виборі добрив та управлінні живленням рослин для оптимального росту та розвитку кукурудзи [30].

Використання стартового добрива є ефективним рішенням для забезпечення високої доступності фосфору в початковий період росту кукурудзи. Це особливо важливо, оскільки фосфор грає ключову роль у формуванні кореневої системи та розвитку рослин в ранній стадії [31].

Для удосконалення росту кукурудзи на ґрунтах, бідних магнієм, рекомендується використовувати доломіт. Доломіт може бути внесений у невеликих кількостях, наприклад, від 500 до 1000 кг на гектар. Це дозволяє підняти рівень магнію в ґрунті і поліпшити його структуру [32].

Крім того, внесення кальцію, особливо восени, також має позитивний вплив на рослину. Кальцій сприяє стабілізації ґрунту та може підвищити його плодородність. Забезпечення рослини необхідними мікроелементами та кращими умовами для росту у початковий період сприяє формуванню здорових і продуктивних кукурудзяних рослин [33].

Внесення добрив фосфору і калію є найбільш ефективним, коли вони добре перемішуються з шаром ґрунту 10-20 см, оскільки кукурудза на 5-й листковій фазі поглинає поживні речовини з усього об’єму ґрунту, а коренева зона може досягати до 40 см. Розвиток механізації дозволяє застосовувати координовані добрива із застосуванням NPK або фосфорних добрив та все більш популярних мікрогранулятів. Координати внесення добрив із

застосуванням, наприклад, фосфату амонію (100-150 кг/га) забезпечує сходи необхідними стартовими інгредієнтами та зменшує ризик пригнічення росту, викликаного низькими температурами. Поглинання фосфору обмежується, коли температура ґрунту опускається нижче 12°C на глибині 10 см [34].

Карбамід не рекомендується для рядкового внесення добрив, оскільки його надлишок токсичний для сходів. Також упри посівному підживленні не слід вносити добрива у дозах вище 200 кг/га, оскільки це спричиняє місцеву засоленість ґрунту та явище т. зв. фізіологічна сухість ґрунту. Рядкове внесення добрив із застосуванням, наприклад, фосфату амонію (100–150 кг/га) забезпечує сходи необхідними стартовими елементами та зменшує ризик пригнічення росту, викликаного низькими температурами [35].

Небезпечно ігнорувати підживлення кукурудзи азотом. Азотне удобрення найкраще проводити до 4-го листа. Головним чином це тому, що в цей період грунт часто пересихає. Азот може випаровуватися 18 з нерозчинених гранул, а листя кукурудзи утворюють так звані воронки та гранули добрив (переважно аміачна селітра та кальцієва селітра) всередині можуть викликати опіки рослин. Доза добрива, що вноситься для кукурудзи, повинна враховувати азот, поданий раніше під час передпосівного підживлення та грунт [36]. Ця технологія рекомендує такі добрива, як сечовина. Її використання позитивно впливає не тільки на врожайність, але і на зниження вологості під час збирання врожаю.

Отже, кукурудза віддає перевагу добре аерованим, глибоким і теплим суглинкам з великим вмістом азоту, фосфору та калію. На продуктивність кукурудзи істотно впливають високий рівень удобрення, що дозволяє протидіяти важливими несприятливим факторами росту й розвитку кукурудзи.

Таким чином приходимо до висновку, що вивчення впливу доз мінеральних добрив на врожай та якість зерна кукурудзи – на сьогодні актуальне питання в умовах Правобережного Лісостепу, де поширені чорноземи опідзолені та впроваджуються сучасні гібриди.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика гібрида кукурудзи на зерно ДКС-4795 (ФАО 380)

ТОВ "Монсанто Україна" – представляє високопродуктивний гібрид кукурудзи з розширеним комплексом господарсько-цінних ознак – ДКС-4795 (ФАО 380). Морфологічні характеристики включають висоту рослин від 250 до 260 см, еректоїдне листя, сильне стебло і потужну кореневу систему.

Щодо качана, його висота кріплення становить 85–95 см, кількість рядів у качані – 16–18 шт., кількість зерен у качані – 512–612 шт., а кількість зерен у ряду – 32–34. Зерно представлене зубовидного типу, маса 1000 зерен – 300–310 гр.. Гібрид володіє високою продуктивністю, міцною кореневою системою та стеблом, а також виявляє високу стійкість до посухи та толерантність до хвороб.

Орієнтовано для використання в Лісостепу та Степу України, цей гібрид є цінним інструментом для управління ризиками в групі стиглості, завдяки своїй стійкості до стресових умов. Рекомендовані строки сівби – середина оптимального періоду сівби (для умов Степу – наприкінці квітня – на початку травня). Слід уникати як ранньої (початкова енергія росту – середня), так і пізньої сівби (збільшена вологість під час збирання). Рекомендована густота до збирання: 55–60 тис. шт/га (в умовах посушливості) та 70–75 тис. шт/га (в зоні достатнього зволоження).

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтів місця проведення досліджень

Дані досліди були проведені у 2022–2023 рр. на дослідних полях кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, які знаходяться в ґрунтово-кліматичній зоні Правобережного Лісостепу.

Зазначене польове дослідження було проведено на чорноземі опідзоленому. За продуктивною родючість чорноземи опідзолені є найкращими грунтами в Україні, навіть кращі від типових чорноземів. Тут відіграють роль сприятливіші умови за зволоженням і відносно добрими фізичними і фізико-хімічними параметрами. Родючість чорноземів опідзолених знижується від підтипу добре гумусно акумулятивного до помірно і слабо гумусно акумулятивного з причини погіршення зволоження. У межах підтипу вона міняється залежно від гранулометричного складу, зростає в міру збільшення мулистих часток.

Грунт дослідної ділянки в нашому досліді характеризується певними агрохімічними показниками [37] (табл. 1).

Таблиця 1

Агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки

Глибина зразка, см	Гумус, %	pH_{KCl}	Рухомі форми поживних сполук, мг/кг			Увібрані основи, м-екв/100 г грунту	
			N	P_2O_5	K_2O	C_a	M_g
0–40	4,2	6,4	112	102	126	19,8	4,4

Кількість гумусу в акумулятивному горизонті становить 4,2. Реакція середовища грунту нейтральна, що дозволяє вирощувати найрентабельніші сільськогосподарські культури. Грунт на глибині орного шару відносно добре забезпечений рухомими формами азоту, фосфору і калію. З глибиною концентрація поживних елементів знижується.

Грунт дослідного поля добре насичений увібраними основами, переважно кальцію і магнію. У верхньому горизонті (Не) сума увібраних основ складає 24,2 м-екв на 100 г грунту.

На основі вивчених параметрів можна зробити висновок, що даний ґрунт є сприятливим для вирощування кукурудзи. Однак, для максимізації урожайності та забезпечення стійкості культури до стресових умов, може бути важливим використання агротехнічних заходів, таких як оптимальне внесення добрив та регулярний моніторинг ґрунтового стану.

3.2. Кліматичні умови і погода років досліджень

Кукурудза є культурою дуже вимогливою до гідротермічних умов вирощування. Оскільки історичною батьківщиною кукурудзи є регіони з теплим мусонним кліматом, то температурний режим для неї є важливою умовою формування високого вражою. Крім суми активних температур, для неї важливим фактором отримання високих врожаїв є волога. Для набубнявіння і проростання насіння кукурудза потребує 130–160 % води від своєї маси.

Погодні умови під час вегетаційного періоду кукурудзи за роки досліджень мали певні особливості (додаток А і Б).

Метеорологічні умови у роки проведення польових дослідів (2022–2023 рр.), були типовими для досліджуваної зони. Між собою вони відрізнялися контрастністю, що дало нам змогу порівняти реакцію рослин кукурудзи на дію метеорологічних чинників та отримати більш об’єктивну оцінку їх пластичності і стабільності. Крім того, роки проведення досліджень

відрізнялися між собою не тільки за кількістю опадів, а й за температурним режимом. У 2022 і 2023 році річна сума опадів була нижчою за середній багаторічний показник. Проте в окремі місяці, зокрема квітень 2022–2023 рр. і липень 2023 року, кількість опадів значно перевищувала середньобагаторічні дані.

Глибина промокання ґрунту в роки проведення досліджень коливалася у широких межах в осінньо-зимовий період від 80 до 120 см, а у весняно-літній – від 35 до 60 см. Завдяки літнім опадам зростає відносна вологість повітря, послаблюється інтенсивність транспірації, мінеральні добрива краще розчиняються у воді, а їх солі в більш повній мірі дисоціюють на іони, а потім інтенсивно поглинаються кореневою системою кукурудзи з ґрунтового розчину.

Таким чином, проаналізувавши погодні умови, які склалися впродовж 2022–2023 років варто зазначити; що агрометеорологічні показники різнились між собою, це призвело до створення певних нетипових умов для розвитку кукурудзи в певні періоди її органогенезу і по різному вплинуло на формування продуктивності посівів, а в кінцевому результаті – на врожайність та якість продукції.

3.3. Схема досліду

Добрива, як органічні, так і мінеральні, є ключовим інструментом для ефективного підвищення урожайності та якості зерна кукурудзи. Оптимальне внесення добрив є важливим кроком у забезпеченні високої продуктивності та економічної ефективності.

Найоптимальніші норми мінеральних добрив при їх застосуванні під кукурудзу повинні визначатися експериментально в конкретних грунтово-кліматичних умовах з урахуванням вимог культури. Тому виявлення і обґрунтування найефективніших і економічно доведених норм і співвідношення мінеральних добрив було метою магістерських досліджень.

Для з’ясування впливу різних доз основних мінеральних добрив, внесених одночасно та в підживлення на врожай зерна кукурудзи і його якість провели дослідження при закладанні польових дослідів за такою схемою:

1. Без добрив (контроль).
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$
4. $N_{120}P_{130}K_{130}$ + N_{30} у міжрядне підживлення

Для внесення використали такі мінеральні добрива: аміачну селітру (N – 34,5 %); гранульований суперфосфат (P_2O_5 – 19,5 %); калімагнезію (K_2O – 28 %).

Загальна площа однієї дослідної ділянки дорівнювала 70 м^2. Облікова площа була 50 м^2. Варіанти досліду закладали у триразовій повторності.

3.4. Агротехніка вирощування зернової кукурудзи

Агротехніка вирощування зерна кукурудзи в дослідах була загальновизнаною для умов Лісостепу України за виключенням факторів, поставлених на вивчення. За допомогою РН-1 вносили аміачну селітру, гранульований суперфосфат та калімагнезію під основний обробіток ґрунту згідно схеми досліду, також вносили аміачну селітру в кількості 30 кг під час проведення міжрядної культивації в фазі 4–5 листків рослин культури.

Попередником досліджуваної культури буа пшениця озима. Одразу після його збирання проводили дискування (Т-150+БДВП-3,8). Восени проводили основний обробіток ґрунту, а саме, глибоку оранку на глибину 25-27 см (Т-150 + ПЛН-4-35).

В І декаді квітня було проведено культивацію, на глибину 8-10 см (МТЗ-89+КПС-4) та довсходове внесення гербіциду Харнес (3 л/га).

Сівбу проводили відповідно до схеми досліду сівалкою СУПН-6 в агрегаті з трактором МТЗ-89 протруєним насінням. Посів звичайний

рядковий – ширина міжряддя 70 см; норма висіву становила 35 та 50 тис. шт. на гектар. Лабораторна схожість зерна кукурудзи складала 92 %, тому під час сівби кількість зерна, згідно норми висіву збільшували на 10 %.

Після сівби ґрунт знову прикочували ЗККШ-6А. В ІІ декаді травня проводили хімічне прополювання (Тітус 50 г/га + Діален 0,8 г/га), а також вносили препарат Хармані (200 мл/га).

3.5. Методика проведення досліджень

Упродовж вегетації кукурудзи в дослідах проводили фенологічні спостереження за рослинами – визначали настання: фази сходів, появи третього листка, появи приймочки, молочно-воскової стиглості. За час настання фази приймали дні, коли певна ознака була у 50 % рослин в конкретному варіанті. При збиранні врожаю брали рослинні зразки кукурудзи, в яких визначали якісні показники зерна.

Проводили також розрахунки щодо збору перетравного протеїну і кормових одиниць з одного гектара. Математичне моделювання достовірності даних врожаю зерна кукурудзи проводили дисперсійним методом.

Економічну ефективність і рентабельність виробництва зерна кукурудзи залежно від доз удобрення обчислювали згідно з методичними рекомендаціями з економічного обґрунтування кваліфікаційних робіт для студентів факультету агрономії [38].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ЗЕРНОВОЇ КУКУРУДЗИ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

4.1. Зміни агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого під впливом добрив

Порушення балансу мінерального живлення та асиміляції різних елементів з ґрунту є ключовим фактором, який істотно впливає на метаболізм у рослин. Це порушення, в свою чергу, має важливий вплив на процеси росту та розвитку рослин, а також визначає формування врожаю і якість отриманої продукції [39]. Відхилення від оптимального балансу мінеральних елементів може призвести до неправильного функціонування біохімічних процесів у рослинах, що впливає на їх здатність ефективно використовувати поживні речовини та енергію. Ці зміни в метаболізмі можуть виявити суттєвий вплив на широкий спектр аспектів фізіології рослин, включаючи фотосинтез, дихання, транспорт речовин, та інші важливі процеси.

Упродовж 2022–2023 років ми проводили відбір зразків ґрунту перед закладкою польового досліду і після збирання врожаю і робили аналізи цього ґрунту, де визначали вміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію (табл. 2).

У таблиці 2 наведені дані агрохімічного аналізу зразків ґрунту з дослідних ділянок, які дають змогу спостерігати в ньому динаміку поживних речовин упродовж вегетації.

Результати агрохімічних спостережень показують, що вміст основних елементів живлення рослин кукурудзи перед збиранням врожаю значно зріс порівняно з вмістом цих елементів у період до закладки польового досліду.

Зокрема, підвищився вміст лужногідролізованого азоту, рухомого

фосфору і обмінного калію, де вносили мінеральні добрива. Так, в середньому за два роки досліджень, порівняно з контролем на варіанті, удобреному повним мінеральним добривом $N_{120}P_{100}K_{100}$, вміст азоту зріс на 3 мг, фосфору на 1 мг і калію на 11 мг. На варіантах досліду удобрених $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення спостерігали значне зростання вмісту елементів живлення [40].

Таблиця 2

Вплив норм мінеральних добрив та підживлення азотом на агрохімічні властивості грунту (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіанти досліду	Лужногідролізований азот за Корнфілдом	Рухомий фосфор за Чиріковим	Обмінний калій за Чиріковим
	мг/кг грунту		
Перед закладанням досліду			
	116	112	128
Перед збиранням врожаю			
1. Контроль (без добрив)	111	111	121
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	123	120	138
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	127	125	145
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	131	140	160

Отже, незважаючи на спостережуване збільшення виносу основних елементів живлення з урожаєм, використання мінеральних добрив виявляє позитивний вплив на агрохімічні властивості орного шару грунту. При внесенні поживних речовин у вигляді мінеральних добрив в ґрунт значно підвищується вміст рухомих та обмінних форм елементів живлення.

Це означає, що мінеральні добрива сприяють активнішому переміщенню та доступності поживних речовин для рослин. Підвищення

вмісту елементів живлення в грунті, таких як азот, фосфор, та калій, сприяє покращенню умов для зростання рослин та їх оптимальному функціонуванню.

Отже, використання мінеральних добрив не лише компенсує втрати елементів живлення через урожай, але й сприяє підвищенню поживності ґрунту та забезпеченню рослин необхідними ресурсами для здорового росту та розвитку.

4.2. Ріст і розвиток кукурудзи під впливом удобрення

Спостереження за темпами росту і розвитку рослин кукурудзи дають підстави робити висновки про вплив внесення мінеральних добрив під кукурудзу. Вони сприяють інтенсивнішому росту і розвитку рослин, 44 потужному наростанню зерна і в завершенні вегетації формуванню більшого врожаю хорошої якості при її вирощуванні на зерно [41].

Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними поживними речовинами, сприяючи їх оптимальному фізіологічному функціонуванню. Зокрема, вони можуть впливати на процеси фотосинтезу, асиміляції поживних речовин та утворення зерна. Результатом цього впливу є помітне покращення якісних та кількісних показників врожаю кукурудзи.

Узагальнені нами результати наведені в таблиці 3, котра показує, що в 2022–2023 роки досліджень кукурудзу висівали в різні строки. Це пов’язано з погодними умовами у весняний період (табл. 3).

Дані, представлені в таблиці 3 показують нам, що рослини кукурудзи, які вирощені на різних варіантах польового досліду, проходили фази вегетації у різні терміни.

Різниця у часі проходження окремих фаз вегетації, згідно з даними таблиці 3 починалася у фазу викидання волоті. Це пояснюємо сприятливими погодними умовами, які мали місце місце у роки наших досліджень. Коренева система кукурудзи до періоду викидання волоті вже була

розвинутою, поширилась у профілі грунту. Це дозволило їй брати поживні речовини у потрібній кількості на удобрених ділянках, особливо де були внесені азотні мінеральні добрива [26].

Таблиця 3

Вплив добрив на терміни настання фаз росту і розвиток рослин кукурудзи у різні вегетаційні періоди

Варіанти досліду	Дата сівби	Повні сходи	Викидання волоті	Поява приймочки	Молочно-воскова стиглість	Висота рослин під час збирання	Число днів вегетації
2022 р.							
1. Контроль (без добрив)	29.04	11.05	22.07	29.07	27.08	182	06.11
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	Те ж	Те ж	23.07	01.08	26.08	216	Те ж
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	–	–	26.07.	03.08	28.08	239	–
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	–	–	26.07	04.08	30.08	253	–
2023 р.							
1. Контроль (без добрив)	25.04	16.05	16.07	27.07	28.08	179	16.11
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	Те ж	Те ж	16.07	28.07	29.08	212	Те ж
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	_	_	17.07	30.07	30.08	231	_
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	_	_	19.07	03.08	05.09	248	_

З даних таблиці 3 видно, що у 2022 році кукурудза була посіяна 29 квітня, через 12 днів з’явилися повні сходи. За цей період (від сівби до повних сходів) різниця в розвитку і рості рослин кукурудзи по окремих варіантах досліду не помічена. Фаза викидання волоті наступила у першому

варіанті 22 липня, а на інших варіантах досліду її настання було на 1–5 днів пізніше. Найпізніше ця фаза розвитку наступила на четвертому варіанті досліду – 28 липня, тобто на 5 днів пізніше ніж на контролі. Це свідчить про те, що поживні речовини внесені у мінеральній формі були доступними для рослин кукурудзи в достатній кількості, для того щоб рослини могли нарощувати свою біомасу, дещо розтягуючи терміни настання наступної фази розвитку.

У процесі подальшого росту і розвитку рослин кукурудзи виявляється, що настання фенологічних фаз на різних варіантах досліду неоднакове. Зокрема, спостерігається відмінність в термінах настання молочно-воскової стиглості зерна кукурудзи, яке вирощувалося при різних рівнях удобрення [42].

Різні рівні живлення рослин кукурудзи на різних варіантах удобрення впливали на тривалість їх вегетаційного періоду, тобто часу від сходів до стиглості. Спостереження показали, що має місце варіабельність у тривалості цього періоду в залежності від рівня удобрення.

Найменша кількість днів була потрібна для досягнення зерном стиглості у рослин кукурудзи, які росли на контрольному варіанті досліду. З іншого боку, внесення найвищих норм добрив призвело до розтягнутого тривалого періоду вегетації, що стало найвиразнішим на четвертому варіанті польового досліду.

З наведених в таблиці 3 даних видно, що в 2023 році сівбу кукурудзи проводили на чотири дні пізніше, ніж в наступному році через погодні умови, які не дали змоги провести сівбу раніше. Сходи появилися через п’ять днів, тобто пізніше до попереднього 2022 року.

Висота рослин кукурудзи в обидва роки досліджень була різною на окремих варіантах досліду. Так, на контролі вона становила 182 см у 2022 році і 179 см у 2023 році. Така різниця зберігалася і на інших варіантах, проте добрива сприяли росту рослин у висоту.

Отже, аналіз даних феноспостереження, одержаних в результаті

проведених дослідів і вимірів дозволяє зробити висновок, що норми мінеральних добрив істотно впливають на ріст і розвиток рослин кукурудзи, пришвидшуючи ріст і розтягуючи в часі розвиток – настання окремих фенологічних фаз. Особливо інтенсивно сприяють цьому високі норми мінеральних добрив – $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення. Вегетаційний період добре удобреної кукурудзи продовжується на 4–5 днів, порівняно з неудобреним варіантом досліду.

4.3. Вплив удобрення на прибавку врожаю зерна кукурудзи

Кукурудза може утворювати значний врожай зрілих качанів, за умови належного забезпечення нею необхідними поживними речовинами. Рослина володіє добре розвиненою кореневою системою, яка здатна забезпечувати отримання поживних речовин з різних шарів ґрунту. Особливо важливим є факт, що значна частина ризосфери, де відбувається активний обмін речовин, розташована в орному пласті грунту [43].

Коренева система кукурудзи виявляє високу адаптивність до забезпечення поживними речовинами, дозволяючи рослині ефективно асимілювати іони з глибини ґрунту. Це забезпечує інтенсивний ріст вегетативної маси та сприяє формуванню здорових і продуктивних качанів [44, 45].

Результати, отримані нами в польовому досліді з вивчення впливу норм добрив на врожайність зерна кукурудзи, подані в таблиці 4. З наведених даних врожайності зерна кукурудзи випливає, що її величина залежить від норми мінеральних добрив, які внесені в ґрунт. Так, в середньому за 2022–2023 роки досліджень найнижчий врожай зерна одержали на варіанті досліду без добрив. Це підтверджує, що хоч ґрунт і був середньозабезпечений поживними речовинами перед закладанням досліду, проте природної кількості азоту, фосфору і калію було недостатньо для формування окупного врожаю зерна кукурудзи. На цьому варіанті досліду врожай зерна становив

4,05 т/га.

Таблиця 4

Вплив норм мінерального удобрення та підживлення азотом на врожайність зерна кукурудзи на чорноземі опідзоленому

Варіанти досліду	Врожай, т/га			Приріст до контролю	
	2022	2023	середнє	т/га	%
1. Контроль (без добрив)	3,85	4,24	4,05	–	–
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	4,46	5,01	4,74	0,69	17
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	5,28	5,81	5,55	1,50	37
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	5,68	6,22	5,95	1,90	47
HIP_{05}	*0,16*	*0,18*			

За внесення під кукурудзу добрив у нормі $N_{90}P_{70}K_{70}$ врожай зерна підвищувався в середньому за два роки досліджень на 0,69 т/га і становив 4,74 т/га. Отже, це свідчить про те, що мінеральні добрива, внесені в ґрунт під кукурудзу, сприяють покращенню поживного режиму за рахунок збільшення доступних форм іонів і тим самим забезпечують приріст врожаю зерна кукурудзи.

На третьому варіанті досліду, де вносили мінеральні добрива в нормі $N_{120}P_{100}K_{100}$ врожай зерна кукурудзи в середньому за два роки зріс до 5,55 т/га, тобто прибавка до контролю становила 1,50 т/га або 37 %. Це підтверджує високу ефективність мінеральних добрив, як швидкодіючих факторів у технології, які здатні забезпечити рослини кукурудзи елементами живлення у найважливіші періоди росту і розвитку.

Максимальний урожай зерна кукурудзи в досліді ми одержали на четвертому варіанті, де було внесено мінеральні добрива в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення. Рівень врожаю на цьому варіанті в

середньому за два роки досліджень становив 5,95 т/га, що на 1,90 т/га більше, ніж було зібрано на контролі без удобрення. Порівняно з третім варіантом досліду, де також вносили мінеральні добрива тільки в меншій нормі прибавка на четвертому варіанті становила 0,4 т/га.

У роки досліджень врожай зерна кукурудзи по окремих варіантах був різний. Так, у досліді 2023 року врожай по всіх варіантах був вищий, порівняно з врожаєм одержаним у 2022 році. Але вагомий позитивний вплив удобрення спостерігали в обидва роки досліджень. Найвищий рівень врожаю отримали у 2023 році за мінерального удобрення кукурудзи $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення. Це на 0,5 т/га більше, ніж у попередньому 2022 році

Таким чином, робимо висновок, що мінеральне удобрення сприяло підвищенню врожайності зерна кукурудзи на чорноземі опідзоленому. Найбільш ефективним було внесення мінеральних туків в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення. Норма $N_{120}P_{100}K_{100}$ була трохи менш ефективною, бо рівень врожайності зерна був на 0,4 т/га нижчим, порівняно четвертим варіантом удобрення.

4.4. Залежність якості зерна кукурудзи від впливу норм удобрення

Внесення як органічних, так і мінеральних добрив під кукурудзу сприяє не лише збільшенню врожаю, але й поліпшує його якість [46, 47]. Це має важливе значення в сільськогосподарському виробництві, особливо в контексті вирощування культур з високими вимогами до поживних речовин.

Зокрема, у випадку кукурудзи, додавання добрив сприяє покращенню фізичних та хімічних властивостей ґрунту, що в свою чергу позитивно впливає на фізіологічні процеси у рослині. Це може включати підвищення рівня поживних речовин у ґрунті, що сприяє оптимальному розвитку кукурудзи та формуванню якісного врожаю.

Особливо важливим є покращення якості зерна, оскільки це має прямий вплив на якість кормів для тварин. Висока їх якість, у свою чергу,

позитивно впливає на величину і якість іншої продукції тваринництва, таку як молоко і м'ясо. Такий комплексний підхід до внесення добрив сприяє ефективному використанню ресурсів та підвищує узгодженість сільськогосподарського виробництва.

За використання для корму сільськогосподарським тваринам високоякісних кормів значно підвищується молочна продуктивність і приріст живої ваги цих тварин. За вирощування зерна важливим показником якості є вміст сирого протеїну. Збільшення вмісту білків покращує поживну цінність виготовленого корму [48].

Виходячи з цього в своїх дослідженнях ми користувалися такими рекомендаціями і проводили збирання врожаю і визначення поживної цінності зерна кукурудзи в фазу воскової стиглості. Результати вивчення показали, що внесення мінеральних добрив під кукурудзу позитивно впливало на якість зерна. Ми визначали в зразках зерна кукурудзи два показники якості – вміст сирого протеїну і крохмалю (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив норм мінерального удобрення кукурудзи на чорноземі опідзоленому на якість зерна (2022–2023 рр.)

Варіанти досліду	Вміст в абсолютно сухій речовині, %		Збір сирого сирого протеїну, т/га
	сирого протеїну	крохмалю	
1. Контроль (без добрив)	7,6	64,1	0,31
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	8,3	63,2	0,39
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	10,6	62,3	0,58
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	12,4	60,1	0,72

Як бачимо з даних таблиці 4 вміст сирого протеїну і крохмалю в зеленій масі кукурудзи, в середньому за два роки досліджень, змінювався в рослинах, вирощених на різних варіантах досліду, залежно від норм

мінерального удобрення.

Мінімальний вміст сирого протеїну був у рослинах кукурудзи, вирощених на контрольному варіанті, становив 7,6 % абсолютно сухої речовини. З внесенням туків вміст сирого протеїну в зерні зростав до 8,3, 10,6 і 12,4 %.

На третьому варіанті досліду, де вносили $N_{120}P_{100}K_{100}$, вміст сирого протеїну в зерні кукурудзи становив 10,6 %, що на 3 % більше ніж на контролі. За внесення найвищих норм мінеральних добрив вміст сирого протеїну в зерні кукурудзи ще більше зростав і був найвищим на четвертому варіанті досліду, де становив 12,4 %.

Із внесенням найбільшої кількості мінеральних добрив вміст крохмалю був меншим, ніж на контролі і становив 60,1 %

Ми обчислили збір сирого протеїну з одиниці площі. З таблиці 4 видно, що найвищий збір сирого протеїну в досліді був отриманий на четвертому варіанті досліду, де він становив 0,72 т/га.

Таким чином, у підсумку можна резюмувати, що якісні показники зерна кукурудзи значною мірою залежали від норми удобрення рослин кукурудзи упродовж вегетації. Найкращі показники якості в наших дослідженнях були одержані за удобрення кукурудзи мінеральними добривами в нормах $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД КУКУРУДЗУ

При встановленні показників ефективності використовували загальнонаукові та спеціальні методи дослідження та аналізу. Було проведено вивчення та виявлення характеристик показників ефективності реалізованої продукції, а також встановлено взаємозв'язок між цими показниками. Для аналізу наявних показників виробництва та реалізації основних сільськогосподарських культур на конкретному сільськогосподарському підприємстві був використаний статистико-економічний метод.

Проведено аналіз з метою визначення рівнів окупності витрат на обраному підприємстві та їх градації. Використання статистико-економічного методу дозволило детально вивчити та оцінити ефективність виробництва, а також визначити ті аспекти, які можна вдосконалити для досягнення оптимального рівня витрат і виробництва. Цей комплексний підхід допомагає забезпечити науково обґрунтовані та ефективні стратегії управління сільськогосподарським виробництвом на даному підприємстві.

Наше дослідження було спрямоване на аналіз основних економічних показників, які характеризують ефективність виробленої та реалізованої продукції від вирощування зернової кукурудзи, а також на встановлення взаємозв'язку між цими показниками. За допомогою проведених розрахунків було продемонстровано, як величина відпускної ціни та питомі змінні витрати впливають на рентабельність реалізованої продукції та окупність витрат.

Враховуючи реальні дані виробництва та реалізації зерна кукурудзи на конкретному сільськогосподарському підприємстві, були проведені розрахунки показників окупності витрат [50–53]. Це дозволило не лише

оцінити фінансовий результат діяльності, а й визначити ті аспекти, які можуть бути оптимізовані для підвищення ефективності виробництва та забезпечення стійкості сільськогосподарського підприємства.

Пропонований підхід до розрахунку економічної ефективності продуктивності кукурудзи є універсальним, оскільки базується на обчисленні валового доходу. Використовуючи цей метод, розрахунки ґрунтуються на визначенні прибутків через обчислення собівартості. Зазначимо, що загальноприйняті методи мають свої обмеження, оскільки вони не завжди здатні належним чином враховувати внутрішні фактори виробництва та оцінювати ефективність їх використання.

Наш підхід виправляє ці недоліки, дозволяючи враховувати власні фактори виробництва та більш точно оцінювати їх вплив на ефективність. Важливо зауважити, що цей метод розрахунку широко використовується в Європі, що дає можливість порівнювати основні виробничі результати для сільськогосподарських культур у різних країнах. Такий підхід сприяє створенню об'єктивної основи для міжнародних порівнянь та визначенню найбільш ефективних стратегій виробництва.

Отримані результати свідчать про те, що агрономічні та соціально-економічні фактори мають значний вплив на економічний рівень виробництва рослинництва. Аналіз показав, що дотримання хорошої агрономічної практики внесло позитивний та статистично значущий вклад у зниження витрат. Особливо важливим є високий внесок добрив у цей процес.

Дослідження також підтверджує, що впровадження новітніх технологій, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, має суттєвий вплив на ефективність виробництва [54]. Це може включати в себе використання сучасних сортів, оптимальні методи обробітку ґрунту, а також вдосконалені методи управління внесенням добрив.

Суму виробничих затрат на 1 га по окремих варіантах визначали розраховуючи спочатку суми додаткових затрат по кожному варіанту. Контрольний варіант досліду не розраховувався.

В додаткові затрати по різних варіантах досліду відносять:

1) вартість добрив;

2) суму амортизації спеціальних машин, обладнання і інших основних засобів додатково використаних в досліді;

3) затрати на перевезення додатково використаних добрив, машин;

4) затрати на приготування добрив;

5) затрати на внесення додаткової кількості добрив і експлуатацію спеціальних машин;

6) затрати на збір додаткового врожаю;

7) затрати на перевезення додаткового врожаю;

8) оплата робітників за додаткові затрати праці;

9) інші додаткові затрати пов’язані з проведенням досліду.

Результати розрахунків економічної ефективності різних норм мінеральних добрив при вирощуванні зерна кукурудзи наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Економічна ефективність норм мінерального удобрення зернової кукурудзи (середнє за 2022–2023 рр.)

Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Всього затрат, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %	Окупність 1 грн. затрат на добрива і їх внесення, грн
1. Контроль (без добрив)	4,05	25110	14780	10300	69,9	–
2. $N_{90}P_{70}K_{70}$	4,74	29388	18920	10468	55,3	1,0
3. $N_{120}P_{100}K_{100}$	5,55	34410	19700	14710	74,7	1,9
4. $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення	5,95	36890	20480	16410	80,1	2,1

Аналізуючи економічні розрахунки бачимо, що вартість приросту врожаю зерна кукурудзи практично потроїлась на варіанті досліду, де вносили добрива в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення, порівняно з мінімально удобреним варіантом $N_{90}P_{70}K_{70}$. Затрати на добрива зростали на 20–25 %. Чистий прибуток від різних норм удобрення стрімко підвищувався від 10300 грн до 16410 грн на варіанті $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення. Рентабельність виробництва була найнижчою на варіанті з внесенням $N_{90}P_{70}K_{70}$. На фоні найвищої кількості добрив вона сягала 80 %.

Отже, результати аналізу економіки зерновиробництва показують, що застосування мінеральних добрив під кукурудзу на зерно в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}+N_{30}$ у підживлення має оправдану господарську доцільність, є найбільш раціональним, економічно вигідним прийомом їх застосування.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці під час вирощування кукурудзи

Для сучасного сільськогосподарського виробництва характерним є вплив на організм людини різних технічних, хімічних, біологічних факторів. Шкідливий вплив виробничого середовища на стан здоров`я людини та продуктивність праці проявляється в дії хвильової вібрації, теплових та інших видів випромінювання, дискомфортного мікроклімату. Тому саме охорона праці займається створенням таких умов праці на виробництві, які б гарантували повну безпеку життєдіяльності працюючих, при яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії організму людини, а організм людини не зазнав би шкідливої дії різних виробничих факторів [55, 56].

Під час вирощування кукурудзи враховувати наступне:

1. **Використання механізації і захисних пристроїв:**
    - Аналізвати доступні сільськогосподарські машини та обладнання для вирощування кукурудзи, такі як комбайни та плуги. Переконатися, що вони відповідають вимогам безпеки та обладнані необхідними захисними пристроями.
    - Забезпечити правильне навчання та інструкції для робітників щодо коректного використання машин і уникання травматичних ситуацій.

2. **Заходи з безпеки на робочому місці:**
    - Оцінити ризики, пов'язані з вирощуванням кукурудзи, такі як робота з високими рослинами та потенційна небезпека при використанні гострого обладнання.
    - Забезпечити належну освіту та тренінг для працівників щодо правил безпеки, використання захисного спорядження та надзвичайних ситуацій.
3. **Використання хімічних речовин:**
    - Аналізувати використання пестицидів та добрив під час вирощування кукурудзи.
    - Впроваджувати необхідні заходи безпеки, такі як використання захисного одягу та респіраторів, для запобігання отруєнням та іншим негативним впливам на здоров'я.
4. **Моніторинг умов праці:**
    - Здійснювати регулярний моніторинг умов праці на полі, визначаючи можливі небезпеки та ризики.
    - Встановити систему звітності про інциденти та надзору за дотриманням працівниками правил безпеки.
5. **Медичне обстеження та періодичні огляди:**
    - Забезпечити періодичне медичне обстеження працівників, які працюють в умовах, пов'язаних із вирощуванням кукурудзи, для виявлення можливих впливів на здоров'я та швидкого виявлення захворювань.

Під час внесення отрутохімікатів потрібно дотримуватися наступних правил:

1. При взаємодії з гербіцидами і мінеральними добавками дотримуються високих стандартів безпеки. Працівники ретельно відбирають і ефективно використовують засоби індивідуального захисту. Під час обробки отрутохімікатами використовують захисний спецодяг і взуття, окуляри, а також респіратори, такі як "Астра-2" та "Лепесток 200".

2. Робота з гербіцидами і мінеральними добривами підлягає строгим вимогам щодо здоров'я працівників, з метою забезпечення безпеки і запобігання можливим негативним впливам на їхнє здоров'я. Для забезпечення цього, особи, які мають протипоказання за станом здоров'я, не допускаються до цієї роботи. Забезпечення цієї вимоги здійснюється за допомогою проведення обов'язкових медичних оглядів перед початком роботи осіб, які планують взаємодіяти з отрутохімікатами та мінеральними добривами. Ці огляди є обов'язковими незалежно від того, чи виконується робота постійно чи тимчасово, сезонно.

3. Позитивно, важливою практикою є абсолютна заборона працювати на цих роботах вагітним жінкам, жінкам годувальницям, підліткам до 18 років, чоловікам віком понад 55 років і жінкам віком понад 50 років. Також виключаються особи, які мають різні хронічні захворювання.

Ці обмеження спрямовані на забезпечення максимальної безпеки працівників та запобігання можливим негативним наслідкам для їхнього здоров'я під час виконання робіт з використанням отрутохімікатів та мінеральних добрив.

4. Щоб забезпечити безпеку та ефективність роботи з гербіцидами і мінеральними добривами, проводиться інструктаж на робочому місці. Люди, які взаємодіють з цими речовинами під час різних трудових операцій, включаючи перевезення, зберігання і відпускання на складі, а також обробку рослин на сільськогосподарських ділянках, дотримуються конкретних гігієнічних вимог і заходів безпеки.

Отже, при вирощуванні кукурудзи важливо дотримуватися вищезазначених заходів безпеки, оскільки це сприяє забезпеченню безпеки працівників та оптимізації продуктивності праці в умовах, що дозволяють максимально ефективно використовувати енергію організму людини.

6.2. Охорона навколишнього середовища під час внесення мінеральних добрив

Внесення мінеральних добрив в сільське господарство є важливою складовою для забезпечення необхідних поживних речовин для рослин та підвищення врожайності. Однак цей процес також пов'язаний з певними викликами для навколишнього середовища. Охорона навколишнього середовища під час внесення мінеральних добрив вимагає уважного підходу та застосування екологічно відповідальних практик.

Однією з ключових аспектів охорони навколишнього середовища є відповідальне використання мінеральних добрив з урахуванням доз та розподілу на полі. Надмірне внесення добрив може призводити до забруднення ґрунтів та водних ресурсів, викликаючи проблеми еутрофікації водойм і інших негативних екологічних наслідків.

Додатково, важливо використовувати технології, що зменшують втрати добрив у атмосферу або водоймища. Такі технології включають в себе точкове внесення добрив, що дозволяє оптимізувати їх розподіл та зменшити викиди в атмосферу.

До інших екологічних аспектів входить вибір екологічно безпечних форм мінеральних добрив та застосування новітніх технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Також, важливо враховувати ефекти використання добрив на біорізноманіття та взаємодію з іншими елементами агроекосистеми.

Загалом, відповідальне та освічене використання мінеральних добрив враховує не лише потреби сільськогосподарського виробництва, але й має на меті збереження та охорону навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ

За результатами наших досліджень з вивченням впливу удобрення на врожай і якість зерна кукурудзи, робимо наступні висновки:

1. В умовах Правобережного Лісостепу на чорноземах опідзолених легкосуглинкових грунтах за внесення мінеральних добрив під кукурудзу зростає врожайність зерна і покращується його якісні показники, підтримується родючість ґрунту за основними показниками та зафіксовано значний економічний ефект у вигляді прибутку й окупності додаткових витрат.

2. Найвищий врожай зерна кукурудзи в польовому досліді був зібраний за внесення пропорційного мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}$ з підживленням у міжряддях N_{30}. Він становив 6,22 т/га у 2023 році та 5,68 т/га у 2022 р., а в середньому був на рівні 5,95 т/га.

3. Застосування найвищої норми добрив сприяло приросту врожаю зерна порівняно з неудобреним варіантом на 1,85 т/га, або на 47 %.

4. Застосування найвищої норми мінерального добрива сприяло поліпшенню якості зерна кукурудзи. Кормова цінність її зростала завдяки кращій збалансованості за співвідношенням сирого протеїну і крохмалю. У варіанті удобрення $N_{120}P_{130}K_{130}$ у підживлення зібрано найбільше сирого протеїну з гектара і зерно містило меншу кількість крохмалю.

5. Порівняння економічної ефективності варіантів досліду підтверджує доцільність удобрення кукурудзи. Найвищий чистий прибуток одного гектара 16410 грн одержано при внесенні повного мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{130}K_{130}$ у підживлення. На цьому варіанті одержано також найвищу окупність додаткових витрат добрив – 2,1 одиниці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Найдьонов В.Г., Михайленко І.В. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант, 2007. 256 с.

2. Пащенко Ю.М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2007. № 30. С. 44–51.

3. Кукурудза – основні вимоги до вирощування. Журнал Агроном. URL.: https://agronom.com.ua/kukurudza-osnovni-vymogy-do-vyroshhuva/

4. Культура кукурудза на зерно (особливості вирощування та зберігання). URL.: https://agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno

5. Технологія вирощування кукурудзи URL.: http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-kukurudzi-415.html

6. Циков В. С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: Вид. Зоря, 2003. 296 с.

7. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: "Українські технології", 2006. 730 с.

8. Асанішвілі Н. М. та ін. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу / Землеробство. Випуск 1-2, 2014. С.66–63.

9. Гончар М. Т. Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва. Львів: Вища школа, 1986. 144 с.

10. Змінюється клімат – змінюється й технологія. Як пристосувати успішне вирощування кукурудзи до змін клімату. 22 червня 2017 р. URL.: https://superagronom.com/articles/79-zminyuyetsya-klimat--zminyuyetsyay-tehnologiya-yak-pristosuvati-uspishne-viroschuvannya-kukurudzi-dozmin-klimatu.

11. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. URL.: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html,

12. Технологія вирощування кукурудзи URL.: http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-kukurudzi-415.html

13. Циков В. С. Особливості технології вирощування кукурудзи в умовах недостатнього і нестійкого зволоження степової зони України. Пропозиція. 2000. № 4. С. 39–41.

14. Якунін О. П., Пащенко Ю. М., Рибка В. С. Ефективність вирощування гібридів кукурудзи в різних технологічних системах. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. 2005. № 1. С. 7–11.

15. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ : Альфа-ставія ЛТД. 2009. 396 с.

16. Григор’єв М.І., Григор’єва О.М., Матвеева О.М. Мікробіологічна активність грунту в посівах кукурудзи. Бюл. Ін.-та кукурудзи УААН. Дніпропетровськ, 1995. Вип. 77. С. 67–69.

17. Деревенець К.А. Ефективність обробки насіння кукурудзи проти патогенної мікрофлори. Бюл. Ін.-ту зерн. госп.-ва. Дніпропетровск, 2007. №31–32. С. 120–125.

18. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. КУКУРУДЗА. ТЕХНІЧНІ УМОВИ. ДСТУ-4525:2006. №326 від 12.09.2009. URL.: https://kolosok.infog4

19. Дудка Е.Л., Николаєнко А.А. Факультативні патогени кукурудзи. Придніпровський науковий вісник. 1998. №113(180). С. 31–34.

20. Михаленко І. В., Найдьонов В. Г., Нижеголенко В.М., Ярмак В. О. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби. Зрошуване землеробство. 2013. Вип. 59. С. 39–43.

21. Архипенко О.М., Артющенко А.О., Кухарчук О.І. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та пожнивності кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2005. Вип. № 6. С. 15–18.

22. Дем’янчук О. П. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність кукурудзи // Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 29-30 листопада 2005 року. Чабани. К.: ЕКМО, 2005. С. 49–51.

23. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина. За ред. А. І. Фатєєва. В. П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.

24. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом / [В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко та ін.]. Бюл. Інту сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпро: Нова ідеологія, 2016. № 11. С. 23–27.

25. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2008. № 13–14 (257–258). С. 6–7.

26. Раціональне удобрення кукурудзи URL.: https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/racional-ne-udobrenna-kukurudz

27. Лень О.І., Тоцький В.М., Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. ВісникПДАА. 2021. №2. С.52–58.

28. 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.

29. Пащенко Ю. М., Кордін О. І., Скринник Я. Т. Ефективність застосування комплексних мікротів макродобрив у технології вирощування кукурудзи// Гумінові кислоти та фітогормони в рослинництві: зб. матеріалів міжнар. конф. Київ: Експоцентр України, 2007. С. 16–18.

30. Примак І.Д., Малько Ю.П. Екологічні проблеми землеробства за ред. І.Д. Примака – К.: Центр учбової літератури, 2010.- 456 с.

31. Мазур В. А., Азуркін В. О., Поліщук І. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння для виробництва біоетанолу. Зб. наук. пр. ВНАУ. 2011. С. 27–30.

32. Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. Позакореневі обробки – важлива складова збалансованої системи удобрення. Пропозиція. 2015. № 4. С. 64–65.

33. Квятковський А.Ф. Залежність врожайності зерна кукурудзи від видів та способів застосування мікродобрив. Технологія обробітку кукурудзи: збірник наукових праць. Дніпропетровськ, 1991. С. 95-100.

34. Андрієнко А., Дергачев Д., Кузьмич В., Токар Б. Стресові фактори для кукурудзи та мінімізація їхнього впливу. Пропозиція. 2017. № 3. С. 94–97.

35. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Зернові культури. Т. 2. № 1. 2018. С. 101–108.

36. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів Пропозиція. 2013. № 5 (215). С. 74–75.

37. Лісовал А. П., Давиденко У. М., Мойсеєнко Б. Н. К. Агрохімія. Лабораторний практикум.: Вища школа. 2007. 311 с.

38. Лебідь. Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

39. Яворов В. М. Вплив хімічних меліорантів і мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи та фізико-хімічні властивості грунту. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2016. Т. 1. №. 24. С. 237–244.

40. Шульц П. Живлення кукурудзи та оптимальний склад добрива. Агроном. 2020. URL: https://www.agronom.com.ua/zhyvlennya-kukurudzy-taoptymalnyj-sklad-dobryva/

41. Шинкарук Л. М. Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи. Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій. Частина 2: зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, м.Полтава, 27 січня 2022. Полтава: ЦФЕНД, 2021. С. 46–48.

42. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 23–27.

43. Худяков О.І. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи. Землеробство. Вип. 83, 2011. С.67–71.

44. Трубілов О. В. Формування врожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від основного обробітку грунту і рівня мінерального живлення. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. №. 40. С. 107–110.

45. Трубілов О. В. Особливості формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. Випуск 2. С. 132–137.

46. Поляков В. І. Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування. Агробіологія. 2020. № 2. С. 132–138.

47. Петриченко В. Ф., Томашук О. В. Особливості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство». 2019. Т. 10. №. 2. С. 29–37.

48. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 6 (Т. 1). С. 7–13.

49. Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. Агросвіт. 2020. № 3. С. 43–49. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.3.43

50. Березівський П. С., Більський Б. В., Дудаш Я. Я., Березівський З. С. Організаційно-економічні параметри ресурсоощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. – Львів: Українські технології, 2000. 221с.

52. Екологізація секторів економіки: сільське господарство. URL.: http://www.ecoleague.net/pro-vel/tematychni-napriamy diialnosti/ekolohizatsiia-sektoriv-ekonomiky/silske-hospodarstvo.

53. Якунін О. П., Румбах М. Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. 2010. № 1. С. 25–27.

54. Лізунков Є. М., Березівський П. С. Економічне обгрунтування дипломних робіт. Львів: 1990. 40 с.

55. Довідник спеціаліста з охорони праці URL: https://www.sop.com.ua/news/1024-qqn-16-m8-08-08-2016-tematichniy rubrikator-v-e-jurnal-dovdnik-spetsalsta-z-ohoroni-prats

56. Березуцький В.В., Васьковець Л. А., Вершиніна Н. П. та ін. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. За ред. проф. В. В. Березуцького. Х.: Факт, 2005. 384 с.

ДОДАТКИ