МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

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

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР ЛАНКИ СІВОЗМІНИ ГОРОХ–ПШЕНИЦЯ ОЗИМА–КУКУРУДЗА ЗА РІЗНИХ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У ПСП «ГЛОРІЯ» УМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 21м-а
спеціальності 201 Агрономія
Коломієць Артем Юрійович

Керівники: СТАСІНЄВИЧ Олександр,
к. с.-г. н., доцент,

САДОВСЬКИЙ Ігор,
викладач-стажист

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП _____ 3

Розділ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР СІВОЗМІНИ (огляд літератури) _____ 4

Розділ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ _____ 12

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика пшениці озимої _____ 12

2.2. Ботанічна і біологічна характеристика кукурудзи _____ 13

2.3. Ботанічна і біологічна характеристика гороху _____ 14

2.4. Характеристика сортів досліджуваних культур _____ 15

Розділ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ___ 18

3.1. Характеристика ґрунту_____ 18

3.2. Погодні умови _____ 20

3.3. Схема досліду _____ 22

3.4. Агротехніка вирощування культур в досліді _____ 23

3.5. Методика проведення досліджень _____ 25

Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ _____ 27

4.1. Зміна агрохімічних показників родючості ґрунту під впливом удобрення _____ 27

4.2. Продуктивність культур ланки сівозміни горох – пшениця озима – кукурудза залежно від удобрення в сівозміні _____ 34

Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ ГОРОХ–ПШЕНИЦЯ ОЗИМА–КУКУРУДЗА _____ 42

Розділ 6. МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА ЗАХОДИ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ _____ 45

Розділ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ У РОСЛИННИЦТВІ _____ 49

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ _____ 53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ _____ 55

ДОДАТКИ _____ 62

ВСТУП

Гостра економічна криза, в якій знаходиться наша держава, негативно вплинула на розвиток агропромислового комплексу. За браком коштів у виробника сільськогосподарської продукції спостерігається недопустима мінімалізація не лише технологічних процесів, а і внесення добрив під культури. Серед проблем, які найвідчутніші в сучасних умовах ведення сільського господарства, можна вважати забезпечення рослин поживними речовинами [1].

Для підтримання високого рівня сільськогосподарського виробництва необхідно все більше мінеральних добрив і енергетичних ресурсів. Разом з цим, потреба в них нині забезпечується далеко не повністю, що вимагає вдосконалення існуючих та розробки і освоєння нових технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Родючість і поживний режим ґрунту – фактори, які піддаються ефективному впливу виробництва і є головним засобом підвищення врожайності культур [1]. Ефективність добрив тим вища, чим нижча природна родючість ґрунту і краща забезпеченість іншими факторами, перш за все вологою [2]. Продуктивність сівозміни тісно пов’язана з родючістю ґрунту. Поняття “родючість” – невід’ємне від продуктивності сільськогосподарської культури [3].

Актуальність теми. Однією з умов ефективного використання добрив є внесення їх у сівозміні у певній системі. В цьому відношенні особливої цінності набувають дані польових дослідів, де враховується не лише пряма дія добрив, але й їх післядія.

Вивчення впливу застосування добрив у сівозміні на показники родючості ґрунту і продуктивність культур сівозмінної ланки горох–пшениця озима – кукурудза при внесенні різних норм повного мінерального добрива є досить актуальним питанням для збереження родючості ґрунту, та визначення окупності добрив приростом урожаю.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР СІВОЗМІНИ
(огляд літератури)

Грунт є основою сільськогосподарського виробництва. Поліпшення його культурного стану – одна із найважливіших умов підвищення родючості. Головне завдання землеробства передбачає максимальне і раціональне використання грунтів як головного засобу виробництва в сільському господарстві, забезпечення росту врожайності сільськогосподарських культур [4]. Оптимізація родючості ґрунту здійснюється внаслідок правильного чергування культур у сівозміні, раціональних систем регулювання водного режиму. З-поміж цих заходів найефективнішим є регулювання рівня вмісту рухомих сполук елементів живлення в ґрунті за допомогою застосування добрив [5, 6]. Автотрофне живлення вищих рослин відбувається шляхом використання неорганічних речовин, води й повітря. Внесення добрив і має створити сільськогосподарським культурам такі умови живлення, які забезпечили б одержання високих і сталих врожаїв [7].

Добрива дають змогу вводити в кругообіг речовин землеробства нову кількість елементів живлення для рослин, а частину поживних компонентів гною та інших органічних мінералів, що вже входили до складу попередніх урожаїв, використовувати повторно. Це дає можливість поповнити вміст поживних речовин, попередити непродуктивні витрати їх з ґрунту (внаслідок ерозії і дефляції, вимивання, втрат в атмосферу, тощо) і, таким чином, не лише підтримувати, а й підвищувати їхню родючість [8].

За даними вчених, не менше третини сільськогосподарської продукції одержують за рахунок мінеральних добрив. Їх частка в формуванні врожаю складає: в нечорноземній зоні і Лісостепу – 30, в степовій незрошуваній – 20 і в зрошуваній – 40 % [9, 10].

Якщо не вносити добрива, то неминуче порушується нормальне співвідношення між елементами живлення як в ґрунті, так і в рослинах; живлення останніх проходить однобічно [11].

Останнім часом все більше занепокоєння вчених і практиків викликає зниження вмісту в ґрунті органічної речовини. Рівень процесів гуміфікації в сучасних агрономічних ландшафтах знизився в порівнянні з екстенсивним землеробством в 1,5–2,0 рази [12]. Для підтримки високих врожаїв культур треба застосувати підвищені норми мінеральних добрив, а для позитивного балансу гумусу - вносити в ґрунт значну кількість органічної речовини [13].

Висока гумусованість ґрунтів значно знижує негативну дію на рослини дефіциту фосфору, підвищеної кислотності, низького гранулометричного складу [14].

Саме тому правильне використання добрив веде не лише до підвищення врожаю і його якості, а й до родючості ґрунту, що пов’язано із збільшенням вмісту гумусу і ступеня насичення основами, посиленням біологічних процесів і створенням запасу легкодоступних для рослин поживних речовин.

Ефективність добрив збільшується на 20–30%, якщо їх форми і дози внесення визначаються з врахуванням властивостей ґрунтів, ступенем забезпеченості їх доступними формами елементів живлення, біологічних особливостей культур та ґрунтово-кліматичних факторів [15].

Проведені дослідження в тривалих стаціонарних польових дослідах, показують, що систематичне застосування мінеральних добрив у сівозміні приводить до підвищення забезпечення ґрунту загальними запасами поживних речовин. Це дає можливість покращити його родючість і підвищити продуктивність культур [16, 17].

Масове використання в сільському господарстві мінеральних добрив та інших засобів хімізації стало причиною порушення в ґрунті складної системи саморегулюючих процесів утворення і мінералізації гумусу [18,

19].

Міркування про роль органічних і мінеральних добрив у накопиченні гумусу суперечливі. Зокрема, вченими [12] зазначається, що за інтенсивного використання добре окультурених ґрунтів у зерно-просапній сівозміні за 12 років відбулося істотне зниження вмісту гумусу: без добрив з 2,70 до 2,45%, за внесення N_{120} – з 2,68 до 2,36%, $N_{120}P_{60}K_{60}$ – з 2,60 до 2,38%. На ґрунтах, що не удобрюються, за екстенсивного землеробства, щорічні втрати гумусу становлять: на Поліссі – 0,71–0,81 т/га, у Лісостепу – 0,60–0,71, в Степу – 0,50–0,60 і в цілому по Україні – 0,60–0,70 т/га [13].

Проте, Полупан М.І. [14], та інші вчені [15] стверджують, що лише систематичне їх внесення може підтримувати вміст гумусу на одному рівні. Але інші вчені доводять, що досягти цього можна лише при поєднанні мінеральних добрив з органічними. Систематичне внесення науково обґрунтованих доз добрив на фоні зростаючої маси пожнивних решток сприяє поліпшенню якості і зростанню кількості гумусу в ґрунті [15, 16].

Збільшення гумусу в ґрунтах при систематичному внесенні високих доз добрив можливо лише до певного рівня, який в подальшому стабілізується [17].

В.В. Мєдвєдєв [18] зазначає, що поліпшення балансу азоту в ґрунті тісно пов’язане з вирощуванням в сівозмінах багаторічних трав та бобових культур, використання яких як правило, позитивно корелює зі змінами вмісту органічних речовин у ґрунті. Думка вчених з приводу дії мінеральних добрив на родючість ґрунту різниться. Такої ж думки дотримується Ф.О. Вишневський [19], який стверджує, що внесення лише мінеральних добрив не забезпечує підтримання вмісту гумусу на початковому рівні і при тривалому сільськогосподарському використанні він не відрізняється за вмістом гумусу від ґрунту ділянок без удобрення. Е.Г. Дегодюк, Н.В. Штупун, Ю.Й. Бурлачук, І.І. Чернишенко [20] встановили, що високі дози азотних добрив сприяють підвищенню

мінералізації і, разом з тим, зменшують коефіцієнт гуміфікації. Разом з тим науковці [21] дотримуються думки про позитивний вплив мінеральних добрив на вміст гумусу в ґрунті. Вони збагачують ґрунт азотом, який зв'язаний в органічні сполуки.

Дослідження, проведені вченими агрохіміками [22], показали, що у ґрунт азот надходить з добривами, а також за рахунок біологічної фіксації – симбіотичної і несимбіотичної. При внесенні мінеральних добрив інтенсивність несимбіотичної азотфіксації не змінюється.

Джерелом фосфору для живлення рослин виступає лише ґрунт та внесенні добрива. Вміст фосфору в ґрунтах залежить від ґрунтоутворюючої породи, ступеню її вивітрювання і вмісту в ґрунті органічних речовин [23]. Лише 10–20% загального фосфору в ґрунті є доступним для рослин, важкодоступний складає 50–60% і 20–40% є практично недоступним.

Інші вчені [24] відмічали, що систематичне багаторічне застосування гною значно збагачує ґрунт фосфором за рахунок органічних сполук і позитивно впливає на ступінь доступності рослинам. Остання, в свою чергу, залежить від властивостей ґрунтів: кислотності, вмісту гумусу, ємності вбирання, насиченості основами, а також біологічних особливостей культур. На запас рухомих фосфатів впливають як дози добрив, так і тривалість їх застосування [25]. У перший рік внесення коефіцієнт використання фосфору з добрив не перевищує 10–15, рідше 20, а з урахуванням післядії – 35–40% [26].

Результати вчених [27, 28] вказують на те, що органічні та мінеральні добрива є рівноцінними в забезпеченні ґрунту рухомими сполуками фосфору. Доведено, що найефективнішим поповненням ґрунту рухомими сполуками фосфору є застосування добрив. Тривале їх внесення сприяє поступовому підвищенню запасів фосфору в ґрунті.

Вміст калію – невід'ємний показник родючості ґрунту. Рослини, забезпечені калієм, краще переносять недостатню кількість вологи за

нетривалих засух. Калій підвищує міцність стебел зернових культур і зменшує їх вилягання [29]. Під його впливом збільшується морозостійкість рослин і їх стійкість до різних захворювань, таких як борошниста роса, іржа та інші. Калій сприяє нормальному проходженню процесу фотосинтезу, а нестача знижує його інтенсивність, збільшуючи інтенсивність дихання [30].

В ґрунті калію набагато більше, ніж азоту і фосфору. Проте не всі сполуки калію в ґрунті є доступними для рослин. У недоступній формі для рослин в ґрунті знаходиться 6% всього калію і лише 0,4 % займає обмінний та водорозчинний калій. Рослини використовують для свого живлення всі форми калію. Але основною формою, яка характеризує родючість ґрунту, є водорозчинний та обмінний калій. При внесенні калійних добрив у ґрунт проходить фіксація калію добрив, яка зменшує доступність його для рослин, але це сприяє тривалій його післядії та запобігає вимиванню [31].

Отже, сільськогосподарське використання ґрунту і застосування мінеральних добрив значно може змінювати параметри родючості ґрунту. Тому ґрунти, які мають однакову генетичну природу, а значить і природну родючість, можуть значно різнитися за ефективною родючістю. Різні культури по-різному будуть на це реагувати підвищенням чи зниженням врожаю, а також зміною якості продукції.

Дослідженнями вітчизняних вчених доведено, що завдяки застосуванню добрив одержують у середньому 40–50% приросту врожаю основних сільськогосподарських культур, що значно вище, ніж частка приросту врожаю від насіння, засобів захисту рослин. Залежно від ґрунтово-кліматичних та інших умов приріст урожаю від внесення добрив змінюється в значних межах. Так, у Поліській зоні він становить 60%, Лісостеповій – 40, Степу –15 і зрошуваному Степу – 40%. [32].

Раціональне використання добрив сприяє не лише вирощуванню високих врожаїв, а й високій якості продукції. За допомогою внесення

добрив можна свідомо змінювати напрям процесів обміну речовин і підвищувати нагромадження білків, крохмалю, сахарози, жирів та інших важливих речовин у сільськогосподарській продукції.

Вченими аграріями [33] відмічений позитивний вплив мінеральних добрив, внесених під посіви кукурудзи, пшениці озимої і гороху на їх врожайність. На продуктивність цих культур впливають багато факторів: природна родючість ґрунту, повітряний, водний, світловий режими, місце в сівозміні, сорт. У чорноземі звичайному, типовому і опідзоленому для отримання високих урожаїв зерна мусить бути 100–150 мг/кг рухомих сполук фосфору і 120–180 мг/кг обмінного калію [34].

Внесення мінеральних добрив в ґрунт сприяє більш економічному використанню вологи (з розрахунку на одиницю врожаю). Високий вміст поживних речовин у ґрунті в доступній формі сприяє надходженню їх у рослини, пом’якшуючи негативну дію нестачі вологи [35].

Регулюючи співвідношення елементів живлення, можна одержувати високий врожай, не допускаючи зниження його якості. Живлення рослин – один з найважливіших факторів їх життя. В процесі його проходить обмін речовин між рослинами і навколишнім середовищем. Для формування врожаю понад 50 ц/га пшениця виносить з зерном і соломою близько 112 кг азоту, 55 кг фосфору та 65 кг калію. Цю кількість поживних речовин вона може одержати лише при застосуванні добрив [34, 36].

Господаренко Г.М., Трус О.М. [4] доводять, що найвищу продуктивність польової сівозміни після тривалого застосування добрив забезпечує органо-мінеральна система удобрення з середньорічним внесенням на 1 га сівозмінної площі 13,5 т гною та $N_{68}P_{101}K_{54}$, що на 57 % більше, ніж у варіанті без удобрення і на 2 % більше, ніж у варіанті $N_{135}P_{135}K_{135}$.

Зокрема, за даними вчених [37], застосування добрив суттєво покращувало баланс поживних речовин у сівозміні. Так, баланс азоту при підвищенні доз азоту з 24 до 96 кг/га на фоні 6 т/га гною був з незначним

дефіцитом (31,2–7,9 кг/га) при компенсації виносу відповідно дозам азоту 73, 84, 89 і 95 %. Насичення сівозміни гноєм (з 6 до 12 і 18 т/га) на фоні N48P48K48 суттєво покращувало баланс азоту. Якщо при дозі гною 6 т/га він був з дефіцитом у 21,7 кг/га, то при підвищенні її до 12 і 18 т/га – позитивним (1,4 і 16,1 кг/га) з компенсаціями виносу 84, 101 і 111 %. Дія гною (12 т/га) і еквівалентної йому кількості мінеральних добрив (варіант 3 і 6) була практично рівнозначною.

Підживлення посівів озимої пшениці – важливий додатковий захід, який поліпшує умови живлення рослин під час вегетації, насамперед а умовах недостатнього забезпечення поживними речовинами. Його необхідність визначається багатьма факторами і особливостями ґрунту, попереднім удобренням, його складом та нормами добрив, попередниками, строками проведення, погодними умовами тощо [38, 39].

Фосфорні добрива впливають на використання азоту пшеницею. Нестача фосфору в поживному середовищі затримує використання азоту в рослинах, внаслідок чого в них накопичується надлишковий нітратний азот. Фосфорні добрива позитивно впливають на зимостійкість озимої пшениці. Так, в польових дослідах по фосфорному удобренню загибель озимої пшениці склала 6%, без удобрення –27% [40].

Нестача калію призводить до затримки росту культур. При цьому рослини сильніше реагують на сильні коливання температури і вологи в ґрунті: кількість зерна зменшується, натура знижується. При нестачі калію в поживному середовищі, азот не повністю використовується, особливо, коли його джерелом була аміачна форма. Калій поступає в рослини з перших днів росту до цвітіння [5, 35].

Дослідженнями В. Лихочвора [41] встановлено, що внесення добрив навіть у невеликих кількостях – $N_{30}P_{45}K_{45}$ збільшує вміст білка в зерні на 0,6–1%, а клейковини на 2,5–4,3%. Фосфорні та калійні добрива підвищують якість зерна при збалансованому забезпеченні азотом, фосфором і калієм. В той же час деякі дослідники стверджують, що від

внесення суперфосфату, або зменшується вміст білка в зерні, або залишається без зміни порівняно з контролем [42].

Дослідженнями А.М. Малієнко і Л.Я. Лукащук також встановлено, що добрива забезпечують вищі прирости врожаю в разі розміщення озимої пшениці після гірших попередників [43]. При застосуванні $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність після багаторічних трав була 51,5 ц/га, після кукурудзи на силос – 50,1 ц/га. Дослідженнями, що проводились на чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу України, встановлено, що від застосування повного мінерального добрива урожай озимої пшениці після гороху – на 4,6 і після кукурудзи на силос – на 6,7 ц/га [44, 45].

Отже, з наведених даних видно, що для отримання високих урожаїв культур сівозміни доброї якості слід забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин, наявність у ґрунті необхідної кількості рухомих сполук елементів живлення.

Огляд літератури з питань удобрення культур сівозмінної ланки горох–пшениця озима –кукурудза свідчить про те, що в наукових дослідженнях цим культурам приділено досить багато уваги, в тому числі і питанням їх удобрення. Але недостатньо вивчено реалізацію продуктивності цих культур за різних рівнів родючості ґрунту. Тому метою наших досліджень було вивчити вплив добрив у польовій сівозміні, на врожайність культур сівозмінної ланки горох – пшениця озима – кукурудза.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика пшениці озимої

Об'єктом наших досліджень була озима пшениця, яка належить до родини Poaceа виду Triticum aestivum різновидності лютестенс [46]. Вона має мичкувату кореневу систему, листок – ланцетоподібний, суцвіття – колос, плід – зернівку.

Озима пшениця – досить холодостійка культура, зерно починає проростати при температурі 1–2^{0}С (оптимальна температура проростання 15–18^{0}С). При температурі вище 25^{0}С зерно і проростки сильно вражаються грибковими хворобами, особливо при недостатній вологості ґрунту. Зимою озима пшениця переносить пониження температури на глибині вузла кущення до мінус 15–18^{0}С, а холодостійкі сорти – до мінус 20^{0}С.

Стійкість озимої пшениці до низьких температур в час зимівлі залежить від ступеня розвитку рослин , умов загартування, вологості верхніх шарів ґрунту та інших факторів. Найбільшу стійкість до низьких температур озима пшениця має у фазі кущення. Озима пшениця добре переносить високі температури. При достатній вологості ґрунту короткочасне підвищення температури до 25 – 40 ^{0}С не завдають їй великої шкоди.

Найбільш сприятливі умови для росту і розвитку озимої пшениці складаються при вологості ґрунту не нижче 75–80% повної вологоємності. Транспіраційний коефіцієнт пшениці рівний в середньому 350–400; дещо знижується він на удобрених площах і підвищується на неудобрених.

Озима пшениця має підвищені вимоги до вмісту в ґрунті поживних речовин, особливо азоту. Посилене фосфорно-калійне живлення на початку вегетації сприяє кращому розвитку кореневої системи, нагромадженню в рослинах цукрів, що значно підвищує зимостійкість.

Внесення азотних добрив при весняному підживленні посилює відростання пшениці після перезимівлі. Ґрунти, на яких вирощується озима пшениця, повинні мати нейтральну реакцію і високу родючість.

При нормальних погодних умовах період осінньої вегетації озимої пшениці продовжується 45–50 днів. Перерослі рослини зимою більше пошкоджуються. Весною при підвищенні температури до 3–4^{0}С вегетація озимої пшениці відновлюється.

Біологічною особливістю озимої пшениці є її властивість кущитись не тільки восени, а і весною. Продовжується кущення до виходу в трубку. Потім, через 25–26 днів, настає колосіння. Початок колосіння визначається строками посіву, погодними умовами і сортовими особливостями. Через 3–4 дні після колосіння настає фаза цвітіння, яка продовжується 7–10 днів.

Від моменту запилення до дозрівання зерна проходить 25–30 днів. Формування і налив зерна продовжується в середньому 12–14 днів. В кінці цієї фази зернівка досягає нормальних розмірів, але суха маса 1000 зерен складає 13 –14 г. При переході до воскової стиглості за 12–14 днів зернівка набирає необхідну, в залежності від сорту, масу. Натура зерна при восковій і повній стиглості практично однакова, але його якість поступово дещо підвищується до повного достигання [47].

2.2. Ботанічна та біологічна характеристика кукурудзи

Кукурудза (Zea mays L.) належить до родини тонконогових, проте за своїми біологічними особливостями значно відрізняється від інших зернових культур.

Коренева система кукурудзи мичкувата і сильнорозвинена. Корені розміщуються переважно в орному шарі грунту, але окремі досягають глибини 2–2,5 м. З підземних вузлів кукурудзи розвиваються первинні і вторинні корені. Утворюються в неї також повітряні надземні корені, які, заглиблюючись у грунт, збільшують стійкість рослин проти вилягання.

Стебло кукурудзи пряме, міцне, заповнене серцевиною. Висота стебла коливається від 70 см (у ранньостиглих сортів) до 4–5 м (у пізньостиглих). На стеблі кукурудзи залежно від сорту утворюється від 8 до 40 листків. У ранньостиглих сортів менше листків, ніж у пізньостиглих. У період закінчення цвітіння ріст стебла припиняється.

Листки кукурудзи широколінійні. З нижнього боку вони не опушені, з верхнього – опушені.

Мінімальна температура проростання насіння кукурудзи становить 8 °С, дружні сходи з'являються при 10–12 °С. При нижчій температурі сходи з'являються повільно, нерівномірно, багато проростків гине. Для дальшого росту і розвитку кукурудза потребує температури не нижче 16 °С. Від сівби до викидання волотей оптимальна температура 20–25 °С. Температура понад 35 °С у період цвітіння негативно позначається на розвитку рослин. Ця культура дуже чутлива до зниження температури навесні. При 4 °С і нижче ріст її припиняється, рослини жовтіють. Сходи при температурі мінус 3 °С і нижче гинуть. Приморозки у вересні шкідливі для кукурудзи у фазі молочної стиглості. Кукурудза належить до рослин короткого світлового дня.

Вегетаційний період кукурудзи залежно від сорту і погодних умов коливається від 90 до 150 днів. Протягом місяця після появи сходів вона росте дуже повільно і досягає висоти 25 см. Кукурудзу можна вирощувати на всіх грунтах, крім заболочених з неглибоким заляганням ґрунтових вод. Найбільш придатні для неї добре окультурені чорноземи, осушені заплавні і торфові грунти.

Високі врожаї кукурудзи вирощують у лісостеповій зоні, на більш родючих грунтах Полісся, у північному і центральному Степу [47].

2.3. Ботанічна та біологічна характеристика гороху

Горох (Pisum) характеризується такими ознаками: листки складні, широкі, парно перисті, складаються з однієї – трьох пар листочків, які закінчуються розвиненими гіллястими вусиками.

Стебло гороху просте, що вилягає, або штамбове, верхня частина якого потовщена. Висота стебла залежить від сорту та умов вирощування становить від 40– 50 см до 2–3 м. У більшості сортів стебло та листя вкриті восковим нальотом. Квіти по одній або дві-три сидять у пазухах листків. Плід – біб з 3–6 насінинами, за формою прямий.

Насіння гороху – кругле, з гладенькою або зморшкуватою поверхнею, жовте, рожеве, зелене, сизо-зелене. Маса 1000 насінин коливається в межах 150–400 г.

Горох – вологолюбна, холодостійка, рослина, насіння починає проростати при температурі 1–2^{0}С. Сівба гороху в ранні строки сприяє кращому розвитку генеративних органів і підвищенню врожаю зерна. Під час цвітіння і наливання зерна горох потребує багато вологи. Транспіраційний коефіцієнт гороху 400–600.

Горох можна вирощувати на різних грунтах, за винятком солонців та дуже кислих підзолистих. Та найбільш придатні для нього опідзолені чорноземи та темно-сірі опідзолені суглинкові грунти, які містять багато фосфору, калію і кальцію. Належить горох до рослин довгого дня [47].

2.4. Характеристика сортів досліджуваних культур

Характеристика сорту озимої пшениці Артіст

АРТІСТ належить до середньостиглої групи з середньораннім виходом колоса і його наливом. Зі зміною погодних умов в останні роки, середньоранній та швидкий налив зерна, притаманний сорту АРТІСТ, став одним з визначальних факторів для формування врожайності на високому рівні по всій території України. АРТІСТ зазвичай наливає зернівку до настання критично високих температур, тим самим запобігаючи щуплості зерна під час дозрівання. Цим і закріпляється реалізація закладеного

високого генетичного потенціалу рослини. Швидкий розвиток у весняний період, створює умови для формування потужної кореневої системи, а стійкість сорту до хвороб, які вражають рослини у зимово-весняний період (прикореневі гнилі та снігова пліснява), дає можливість розпочинати відновлення вегетації, не втрачаючи час на довгу регенерацію.

Компенсаційний тип – новий рівень продуктивності. За напрямком формування врожаю АРТІСТ належить до сортів компенсаційного типу, який забезпечує рівномірну виповненість усіх колосів на рослині. Ідеально підходить для ранніх та оптимальних строків висіву, вимагаючи при цьому середніх норм.

Маючи, закріплену не генетичному рівні, невисоку схильність до вилягання, сорт не потребує високих норм внесення морфорегуляторів у весняний період. А за умов дефіциту вологи та при високих температурах, застосування останніх взагалі не рекомендується або є обмеженим. Цінна пшениця з високими показниками якості. АРТІСТ формує зерно з високою натурою та виходом борошна, забезпечуючи при цьому високе число падіння, що має важливу технологічну значимість. [48].

Характеристика гібриду кукурудзи ДКС- 3511

Трилінійний гібрид від насіневої компанії "Monsanto". Тип гібриду середньостиглий (ФАО 330). Висота рослини 240-270 см. Качан вихід зерна 80-82%. Зерно зубоподібне, жовтого кольору, маса 1000 зерен – 320–350 г.

Потенціал врожайності 150 ц/га. Стійкість до вилягання – висока (7 балів), до пухирчатої і летючої сажки, кукурудзяного метелика і стеблевих гнилей - висока (8 балів), до головні пилкової і фузаріозу - 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 – універсальний гібрид кукурудзи характеризується високим потенціалом зернової та силосної маси, толерантний до температурних стресів [48].

Характеристика сорту гороху Світ

Оригінатор – Селекційна станція «Гірська Стреда», Словаччина Виведений методом індивідуального добору з гібридної комбінації. Різновид семінанум . Насіння сферичної форми , жовтого кольору. Рослина за висотою низьке , антоціанове забарвлення відсутнє . Фасціація відсутня. Стебло за довжиною середнє , з великою кількістю вузлів. Листок – помірно -зеленого кольору. Вторинні листочки листа відсутні. Прилисток добре розвинений з наявним восковим нальотом , середнього розміру з вираженою плямистістю. Квітка – білого кольору , максимальна кількість на вузлі дві штуки. Боб – помірно- зеленого кольору , довгий вузький , слабо увігнутий із загостреною верхівкою. Кількість насінин у бобі 6–7 максимум 8 штук. Висота прикріплення нижнього бобу 35–50 см. Маса 1000 насінин 230–245 грам. Середньостиглий , дозріває за 83–95 діб. Сорт інтенсивного типу , придатний для збирання прямим комбайнуванням . Норма висіву 1,2–1,4 млн. схожих насінин на гектар. Рекомендований для поширення в зонах Полісся, Лісостепу та Степу. Агротехніка загальноприйнята для зони вирощування. Смакові якості і розварюваність хороші. Вміст білка 23,2–24,1 %. Среднеустойчив до поразки аскохітозом і кореневими гнилями. Збирання врожаю рекомендується проводити при вологості зерна 17–18 %. Високоврожайний сорт. На державних сортовипробувальних станціях за роки випробування середня врожайність склала – 35,8 ц / га , максимальна 58,4 ц / га .

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження проведено у господарстві ПСП «Глорія» Уманського району Черкаської області.

Рельєф поля являє собою вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2^0) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води залягають на глибині 12–14 м, тому польові культури використовують вологу, що нагромаджується у ґрунті з атмосферних опадів. За кількістю опадів район характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиріччя посушливі) і відноситься до підзони нестійкого зволоження.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. За своїми ознаками і властивостями він займає проміжне місце між темно-сірим лісовим ґрунтом і чорноземом типовим. Ґрунти цієї різновидності займають біля 16% загальної площі Лісостепу України і найбільше поширені в Правобережній його частині. Вони характеризуються відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу за профілем, вилугованістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним нагромадження елементів живлення у гумусовому горизонті. Ці ґрунти утворились під впливом дернового і підзолистого процесів ґрунтоутворення і мають добре виражений гумусовий горизонт.

Чорнозем опідзолений господарства має такі генетичні ознаки:

Не 0–45 см. Гумусний слабоелювійований темно-сірого кольору, білястий від крем'янкової присипки орний шар пилувато-грудочкуватої структури, слабоущільнений, а підорний – грудочкувато-зернисто-горіхуватий, щільний; перехід поступовий, помітний за структурою, складом і кольором.

Hpi 45–70 см. Гумусний слабоілювійований, верхній перехідний, добре і рівномірно гумусований, темно-сірий з буруватим відтінком, дрібногрудучкувато-горіхуватої структури, щільний, видно крем'янкову присипку, червоточини та кротовини; перехід поступовий.

Phi 70–105 см. Порода слабогумусована сіро-бурого кольору, крупногоріхуватої структури, яка частково з глибиною переходить в горіхувато-призматичну. На поверхні структурних агрегатів і вертикальних тріщин видно характерний блиск від вмитих колоїдів R_2O_3; перехід поступовий.

Pi 105–135 см. Порода слабоілювійована зі слідами гумусу у вигляді окремих карманів та затікань, буро-палевого кольору, структура грудочкувато-стовпчаста, вертикальні стінки структурних окремостей вкриті іржаво-бурою плівкою R_2O_3 з характерним блиском. Горизонт щільний, зрідка пронизаний кротовинами; перехід хвилястий, але добре помітний.

Pk 135 см і глибше. Материнська порода – лес палевого та темно-палевого кольору, дрібнозернистої структури, щільний, карбонати у вигляді прожилок, міцелію, окремих дрібних скупчень. Лінія скипання карбонатів знаходиться на глибині 135–140 см [49].

Перед закладкою досліду шар ґрунту 0–20 см характеризувався такими показниками: вміст гумусу (за методом Тюрина)– 3,32%; pH сольової суспензії – 6,3; гідролітична кислотність – 2,6 смоль/кг; насиченість ґрунту основами – 28,7 смоль/кг; легкогідролізованого азоту (за методом Тюрина–Кононової) – 49 мг/кг; рухомих фосфатів (за методом Труога) – 151 мг/кг; обмінного калію (за методом Бровкіної) – 91 мг/кг [50].

Отже, властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження, і рельєф дослідного поля за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидностям помірно континентальної східноєвропейської фації, в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в дослідах результати.

3.2. Погодні умови

За кількістю опадів район характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиліття посушливі) і відноситься до зони нестійкого зволоження. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, тому польові культури використовують вологу, що нагромаджується у грунті з атмосферних опадів.

За даними метеостанції Умань середньо-багаторічна кількість опадів складає 633 мм, проте в окремі роки спостерігаються значні відхилення. Опади впродовж року розподіляються нерівномірно. В теплий період (квітень – жовтень) випадає біля 70% річної кількості. За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньоконтинентальний. Безморозний період продовжується 160–170 днів. Перші осінні заморозки спостерігаються на початку жовтня. Гідротермічний коефіцієнт складає 1,1–1,2; період з річною сумою температур, що перевищує 10°С – 2500–2700, тривалістю 140–160 днів. Середньодобова температура понад 5°С триває 225 днів.

Весняний сезон починається переходом середньодобової температури повітря через 0°С і продовжується майже два місяці. Весна настає порівняно швидко, проте сніг тане повільно і поверхневі стоки рідко бувають значними. Все це сприяє вбиранню більшої частини талих вод і нагромадженню запасів вологи в ґрунті у весняний період.

Літній сезон розпочинається переходом середньодобової температури повітря через 15°С. Літо характеризується високими температурами з середнім показником 19°С. Та коливаннями в окремі роки від 17 до 22°С. Теплий і вологий період цього сезону сприяє нормальній вегетації сільськогосподарських культур. Переважаючі літом вологі західні вітри приносять значну кількість опадів. Але в окремі роки спостерігається літня засуха, обумовлена тривалим і значним дефіцитом опадів із підвищеною температурою повітря, внаслідок чого втрачаються суттєві запаси продуктивної вологи ґрунту.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через 10°С спостерігається лише в середині жовтня. Погода стає хмарною і дощовою, відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені характерна мінлива температура з періодичним випаданням дощу і снігу, які сприяють поповненню запасів вологи в ґрунті.

Зима переважно тепла, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолоднішому місяці – 6°С. Ґрунт часто розмерзається, що сприяє кращому використанню зимових опадів. Під час відлиг температура може підвищуватися до +9–+12°С. Такі перепади температур супроводжуються утворенням крижаної кірки.

Погодні умови за період проведення досліджень (2023 р.) були нестабільними у порівнянні з середньо-багаторічними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Погодні умови на час проведення досліджень

(дані метеостанції Умань)

Показник	Місяці								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Кількість опадів, мм									
Середня багаторічна	38	34	36	41	52	81	68	49	61
2023 р.	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2
Температура повітря, °С									
Середня багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
2023 р.	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4

Погодні умови 2023 року характеризувались нерівномірним розподілом опадів впродовж вегетації культур та неактивним наростанням тепла на початку його вегетації. Не дивлячись на те, що квітень був сухим і теплим, запаси вологи у метровому шарі ґрунту сприяли отриманню сходів

ячменю ярого. В загальному погодні умови були сприятливими для отримання високого врожаю цієї культури, хоча за період квітень – липень випало опадів, що в 1,6 рази менше порівняно з середньо-багаторічним показником.

Температура та відносна вологість повітря впродовж досліджень мала незначні відхилення від середньо-багаторічних показників.

В цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур помірного поясу. Проте несприятливі особливості погоди в окремі роки призводять до значного зменшення ефективності добрив.

3.3. Схема досліду

Досліди з вивчення продуктивності культур сівозмінної ланки горох – пшениця озима – кукурудза за мінеральної системи удобрення проводили в умовах ПСП «Глорія» Уманського району Черкаської області.

Схема досліду включає чотири варіанти і наведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Схема досліду з удобренням культур сівозмінної ланки

№	Насиченість добривами у сівозміні	Дози добрив під		
		горох	пшеницю озиму	кукурудзу
1	Без добрив (контроль)	–	–	–
2	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{50}P_{50}K_{50}$
3	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$
4	$N_{120}P_{120}K_{120}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$	$N_{150}P_{150}K_{150}$

Примітка : Дози мінеральних добрив та насиченість ними у сівозміні у кг/га.

Для закладання досліду використовували аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калійну сіль змішану. Добрива вносили під основний обробіток ґрунту.

Оптимальною кількістю повторень для чотирьох варіантів вважається трикратна повторність. Ґрунтові умови дослідного поля є досить однорідні, тому в досліді варіанти розміщені рендомізованим методом, повторності – послідовно.

Всі варіанти закладалися у трьох повторностях. Розмір ділянок: загальний – 200 м^2, обліковий – 150 м^2.

Схема розміщення варіантів у досліді та розміри ділянок наведені нижче на рисунках 1 і 2.

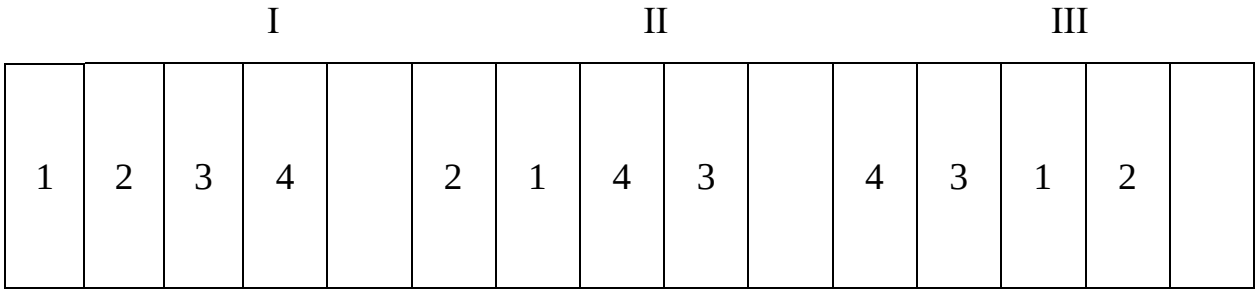


Рис. 1. **Схема розміщення варіантів у досліді**

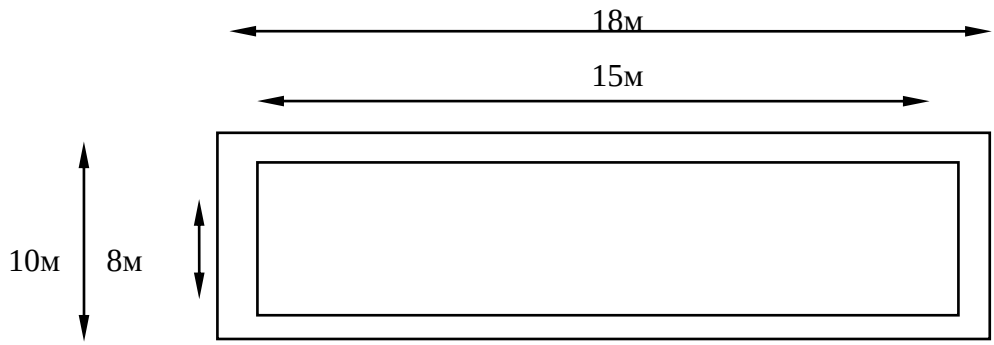


Рис. 2 **Форма і розміри ділянок досліду**

3.4. Агротехніка вирощування культур в досліді

Горох вирощували в польовій сівозміні після кукурудзи на зерно.

Після збирання попередника проводили оранку на глибину 20–22 см, трактором Джон Дір + ПОН–5-35.

Основне завдання передпосівного обробітку ґрунту під горох є якісна розробка посівного шару, яка дозволяє висівати насіння на дану глибину. Це сприяє одержанню своєчасних дружніх сходів, зменшенню кількості бур'янів, які проросли, збереженню вологи, посиленню мікробіологічних процесів в ґрунті і покращенню умов живлення рослин. Весняний обробіток ґрунту

включав ранньовесняне боронування агрегатом МТЗ-80 + С-11 + БЗСС-1,0, передпосівну культивацію агрегатом Т-150К + 2КПС-4,2 + 8БЗСС-1,0.

Сівбу проводили агрегатом МТЗ-80 + СЗТ-3,6. Норма висіву гороху 1,4 млн. нас./га. Після сівби посіви коткували кільчасто-шпоровими котками. В період вегетації в фазу утворення бутонів провели обприскування з внесенням інсектициду проти горохової зернівки. Обробка посівів проводилась агрегатом у складі МТЗ-82 + ОПШ-1500. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.

Збір врожаю проводився комбайном CASE прямим комбайнуванням.

Озимої пшениця – культура великих потенційних можливостей тому суть агротехніки її вирощування за інтенсивною технологією полягає в оптимізації умов росту на всіх етапах росту і розвитку.

Головне завдання при обробітку ґрунту після гороху полягає у тому, щоб своєчасно провести оранку з боронуванням та ущільненням ґрунту кільчасто-шпоровими котками. Основний обробіток розпочинається відразу після збирання попередника і включає в себе лущення в два сліди, оранку, культивації після опадів, які направлені на знищення бур'янів, збереження вологи та приведення ґрунту до посівного стану.

Фосфорно-калійні добрива вносили після збирання попередника, азотні - в підживлення в два строки – при відновленні вегетації весною та на початку виходу в трубку. Добрива у всі строки вносили вручну.

Насіння протруювали за два – три дні до посіву системним препаратом раксилом (2 кг/т) протруювачем ПС-10. Посів проводили селекційною сівалкою СН-16Б в оптимальний строк у другій декаді вересня.

У фазі сходів-кущення проти попелиць проводили обприскування посівів озимої пшениці Борей Нео (0,30–0,35 л/га). В зимовий період проти мишовидних гризунів розкладали приманки з гліфтором (0,5–1 кг/га).

Проти кореневих гнилей, бурої листової іржі, борошнистої роси, септоріозу у фазі колосіння проводили обприскування розчином Альто (0,35–0,40 л/га).

Збирання проводили прямим комбайнуванням комбайном CASE.

Кукурудзу на зерно вирощували в польовій сівозміні після пшениці озимої.

Після збирання попередника проводили дискування грунту агрегатом Т-150К + БДТ-7,0 у два сліди і оранку на глибину 25–30 см, трактором Джон Дір + ПОН–5-35.

Основне завдання передпосівного обробітку ґрунту під кукурудзу є якісна розробка посівного шару, яка дозволяє висівати насіння на дану глибину. Це сприяє одержанню своєчасних дружніх сходів, зменшенню кількості бур'янів, які проросли, збереженню вологи, посиленню мікробіологічних процесів в грунті і покращенню умов живлення рослин. Весняний обробіток грунту включав ранньовесняне боронування агрегатом Т-150К + С-11 + БЗСС-1,0, дві передпосівних культивації з розривом 10–12 днів агрегатом Т-150К + 2КПС-4,2 + 8БЗСС-1,0 з внесенням аміачної селітри.

Сівбу проводили агрегатом Джон Дір + Monosem. Після посіву вносили грунтовий гербіцид Прімекстра TZ Голд 4,5 л/га проти бур'янів. В період вегетації в фазу 4–5 листків провели обприскування з внесенням гербіциду проти дводольних бур'янів Балерина Супер (0,5 л/га). Обробка посівів проводилась агрегатом у складі МТЗ-80 + ОПШ-1500. Норма витрати робочого розчину 200 л/га.

Збирання врожаю проводили суцільним поділяночним способом.

3.5. Методика проведення досліджень

Основна мета проведених досліджень – визначити вплив різних норм добрив на продуктивність культур сівозмінної ланки горох–озима пшениця–кукурудза, щоб на основі всебічної оцінки їх ефективності встановити норму добрив, яка найкраще окупається приростом врожаю, додатковим чистим доходом та енергією приросту.

Методика досліджень була загальноприйнятою і рекомендованою для агрохімічних досліджень. Добрива вносили як після збирання попередника, так і під час вегетації в підживлення. В досліді використовували 34% аміачну

селітру, 20% гранульований суперфосфат та 60% калій хлористий.

Норма висіву насіння пшениці в досліді становила 5,5 млн., гороху – 1,4 млн. схожих зерен на гектар, кукурудзи – 72 тис. нас./га.

Ґрунт відбирали та проводили підготовку до аналізів згідно ГОСТ 28168–89 та ДСТУ ISO 11464–2001. У відібраних, згідно програми досліджень, зразках ґрунту визначали:

– вміст гумусу за методом Тюріна в модифікації Нікітіна – ГОСТ 26213–91;

– вміст лужногідролізованого азоту – за методом Корнфілда;

– вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирікова в модифікації ЦІНАО – ДСТУ 4115–2002;

–показник (pH) сольової суспензії ґрунту – в 0,1 М розчині хлориду калію за допомогою стандартного електрода за ДСТУ ISO 10390–2001.

Агрохімічні аналізи зразків ґрунту і рослин проводили на кафедрі агрохімії та ґрунтознавства і в науковій лабораторії масових аналізів (№ свідоцтва про реєстрацію № А06-203) Уманського національного університету садівництва.

Збирання врожаю зернових проводили прямим комбайнуванням з послідуючим зважуванням врожаю з кожної ділянки і перерахунку його на 100% чистоти і 14% вологості.

Облік урожайності кукурудзи проводили шляхом обліку зернової маси з кожної ділянки.

Економічну ефективність добрив визначали розрахунковим методом за нормативною технологічною картою.

Написання та оформлення кваліфікаційної роботи здійснено відповідно вимог до написання і оформлення дипломних робіт, виконаних на базі експериментальних досліджень.

Опрацювання і узагальнення результатів досліджень проводили, використовуючи методи математичної статистики.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміна агрохімічних показників родючості ґрунту під впливом удобрення

Вміст гумусу в ґрунті належить до основних критеріїв оцінки сільськогосподарського використання землі, оскільки він є одним з головних джерел азоту та елементів мінерального живлення рослин, а також забезпечення їх найважливішими біологічно активними речовинами.

Внаслідок незбалансованого внесення та виносу органічних речовин щорічно витрачаємо понад 18 млн. т гумусу, що становить разом з втратами від ерозії близько 1100 кг з одного гектара [51, 52].

Наші дослідження показали, що застосування різних доз мінеральних добрив має значний вплив на вміст гумусу в ґрунті (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст гумусу в ґрунті при внесенні мінеральних добрив у польовій сівозміні (2023 р.), **%**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
	0–20	20–40
Без добрив (контроль)	2,97	2,81
$N_{40}P_{40}K_{40}$	3,14	2,89
$N_{80}P_{80}K_{80}$	3,24	3,00
$N_{120}P_{120}K_{120}$	3,33	3,02

Як видно з таблиці 2, найбільше зниження вмісту гумусу пройшло на ділянках без внесення добрив до 2,97% у шарі ґрунту 0–20 см. За низьких доз добрив він зберігався на більш високому рівні – 3,14%. За високих доз внесення доз добрив у польовій сівозміні ($N_{120}P_{120}K_{120}$) дозволяло зберігати вміст гумусу

на більш високому рівні. Це свідчить про зниження запасів гумусу в ґрунтах, залучених до інтенсивного сільськогосподарського використання.

За тривалого застосування низьких доз мінеральної системи удобрення вміст гумусу також зменшувався порівняно з вихідним рівнем, але був дещо вищим, ніж у варіанті без внесення добрив на 5%, або відповідно на 3,8 т/га.

Дослідженнями встановлено, що зміни вмісту також пройшли і в шарі ґрунту 20–40 см, де у всіх варіантах досліду він був нижчим порівняно з шаром 0–20 см. Залежно від варіанту досліду вміст гумусу у шарі ґрунту 20–40 см був 2,81–3,02%, що на 0,16–0,40 пунктів нижче порівняно з шаром 0–20 см. При цьому закономірності його вмісту по варіантах досліду були такі ж самі, як і в поверхневому шарі ґрунту.

Отже, застосування низьких доз мінеральних добрив практично не впливає на збереження гумусу в ґрунті і його запаси мало відрізняються від запасів у варіанті без добрив. Внесення високих доз добрив за мінеральної системи удобрення сприяло накопиченню гумусу в ґрунті і його вміст зріс до 3,33%.

В умовах господарського використання ґрунту його кислотність є динамічною величиною. Вона залежить не лише від умов утворення ґрунтів, але і від рівня застосування добрив.

Як показали дослідження, під впливом вирощування культур у польовій сівозміні як без добрив так і при застосуванні їх різних доз удобрення кислотність верхніх шарів ґрунту значно підкислилась. Так, показник pH_{KCl} в орному шарі ґрунту був слабо кислим (pH_{KCl} =5,7–6,0), а у варіантах з середнім і високими дозами внесення мінеральних добрив ступінь кислотності став підвищував показник pH_{KCl} (таб. 3). Підвищення кислотності ґрунту в першу чергу відбувається за рахунок підвищення відчуження кальцію і магнію. Цьому також сприяють витрати в результаті вимивання та ерозії, а також на нейтралізацію фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Таблиця 3

Кислотність ґрунту при внесенні добрив у польовій сівозміні (2023 рр.), **pH_{KCl}**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	6,4	6,6	6,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$	6,0	6,2	6,7
$N_{80}P_{80}K_{80}$	5,9	6,2	6,7
$N_{120}P_{120}K_{120}$	5,7	6,0	6,5

В шарах грунту 20–40 і 40–60 см кислотність була нижчою – відповідно показник pH_{KCl}=6,0–6,6 залежно від варіанту досліду. Найбільш кислим ґрунт був за високих доз добрив мінеральної системи удобрення. У шарі ґрунту 40–60 см показник pH_{KCl}= 6,5–6,8 залежно від варіанту досліду, тобто ступінь кислотності була близькою до нейтральної. Проте в шарі, в якому добрив не вносили і він не піддавався механічному обробітку, за мінеральної системи удобрення відбулося більш інтенсивне підкислення ґрунту.

Значення ввібраних основ у ґрунті, як середовище для росту і розвитку рослин, важко переоцінити. З їх видаленням проходить вимивання гумусу, так як кальцій, який переважає в ГВК, утримує його мінеральною частиною ґрунту. Зменшення вмісту в ґрунті суми ввібраних основ знижує врожай сільськогосподарських культур, що пов’язано з підкисленням ґрунту, зниженням доступності для рослин форм основних елементів живлення, затуханням біологічної активності і погіршенням його фізико-хімічних властивостей.

Дослідженнями встановлено, тенденції змін насиченості ґрунту основами були аналогічні змінам ступеню кислотності ґрунту (табл. 4).

Залежно від шару ґрунту та варіанту досліду вона становила 20,6–23,4 смоль/кг і була найнижчою у шарі ґрунту 0–20 см за високих доз добрив мінеральної системи удобрення.

Таблиця 4

Насиченість ґрунту основами при застосуванні добрив у польовій сівозміні (2023 р.), **смоль/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	22,3	23,4	24,1
$N_{40}P_{40}K_{40}$	21,6	22,5	23,2
$N_{80}P_{80}K_{80}$	21,3	22,2	22,7
$N_{120}P_{120}K_{120}$	20,6	21,5	22,5

Значна роль у розподілі основ по профілю ґрунту належить вимиванню їх з орного у нижчі шари ґрунту.

На чорноземі опідзоленому з основних елементів живлення найбільший приріст урожаю сільськогосподарських культур забезпечує азот. Проблема азоту досить складна, так як це найлабільніший елемент живлення, особливо при внесенні в ґрунт мінеральних його форм.

Виходячи з цього важливим показником родючості ґрунту є вміст потенційно доступного для рослин азоту, тобто зі сполук, що лужногідролізуються.

На час закладки досліду чорнозем опідзолений мав середній рівень забезпеченості рослин азотом. Проведені дослідження показали, що забезпеченість рослин азотом в усіх варіантах досліду стала низькою, в межах 105–129 мг/кг у шарі грунту 0–20 см (за методом Корнфілда) (табл. 5).

При цьому необхідно зазначити, що найвищий вміст азоту сполук, що лужногідролізуються був у варіантах з високими дозами внесення добрив за

мінеральної системи удобрення ($N_{120}P_{120}K_{120}$ на 1 га площі сівозміни).

Таблиця 5

Вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті при внесенні добрив у польовій сівозміні (2023 рр.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	105	86	84
$N_{40}P_{40}K_{40}$	114	94	90
$N_{80}P_{80}K_{80}$	123	99	92
$N_{120}P_{120}K_{120}$	129	108	93

По профілю ґрунту, незалежно від варіанту досліду, проходить у кожному наступному 20-сантиметровому шарі зниження вмісту азоту сполук, що лужногідролізується. У шарі ґрунту 40–60 см забезпеченість рослин азотом в усіх варіантах досліду була дуже низькою – вміст його сполук, що лужногідролізується був менше 100 мг/кг. Проте і в цьому шарі ґрунту варіанти з внесенням добрив мали істотну перевагу перед контролем.

Отже, виходячи з результатів досліджень, при розробці системи удобрення на чорноземі опідзоленому особлива увага повинна бути звернута на азотну складову, особливо на полях де вносили низькі дози добрив у попередні роки.

На відміну від азоту, у природі ґрунтів багатих фосфором немає. Тому фосфорний рівень ґрунтів вважається характерною ознакою їх родючості, а його підвищення – показником окультурення.

Як показали дослідження, вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті досить добре піддається регулюванню шляхом застосування добрив (табл. 6).

Так, у варіантах з високими дозами їх внесення, вміст рухомих фосфатів у шарі ґрунту 0–20 см підвищувався майже чотири рази. Виходячи з прийнятої градації, забезпеченість рослин фосфором на ділянках без застосування добрив була середньою, за низького рівня застосування добрив – підвищеною, а середніх і високих доз добрив – високою.

Таблиця 6

Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті при внесенні добрив у польовій сівозміні (2023 р.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	76	74	73
$N_{40}P_{40}K_{40}$	142	106	85
$N_{80}P_{80}K_{80}$	243	175	115
$N_{120}P_{120}K_{120}$	289	213	124

В шарі ґрунту 20–40 см вміст рухомих сполук фосфору також залежав від доз внесення фосфору з добривами, але різниця між варіантами досліду була менш значною. При цьому найвищий їх вміст був у варіантах з високими дозами добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) за мінеральної системи удобрення – відповідно 211 мг/кг. Необхідно також зазначити, що навіть при низьких дозах внесення фосфору з добривами ($N_{40}P_{40}K_{40}$) створювало підвищену забезпеченість рослин фосфором з шару 20–40 см.

Отже, можна зробити висновок, що фосфатна складова родючості ґрунту досить добре піддається регулюванню шляхом внесення мінеральних добрив.

У формуванні оптимального поживного режиму ґрунту важливе значення належить його калійній складовій. Чорноземні ґрунти мають високий вміст калію, проте створити належний вміст його рухомих форм набагато складніше,

ніж азоту і фосфору. Проведеними дослідженнями встановлено, що тривале застосування добрив у сівозміні сприяло нагромадженню рухомих сполук калію не лише у верхньому (0–40 см), а й в наступному шарі ґрунту 40–60 см (табл. 7). Збільшення вмісту рухомих сполук калію в шарі ґрунту 40–60 см значною мірою пояснюється переміщенням сюди добрив під час періодичного проведення глибокої оранки та промиванню.

Таблиця 7

Вміст рухомих сполук калію в ґрунті при внесенні добрив у польовій сівозміні (2023 р.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	79	73	65
$N_{40}P_{40}K_{40}$	89	77	73
$N_{80}P_{80}K_{80}$	135	104	91
$N_{120}P_{120}K_{120}$	164	131	96

Відповідно до прийнятої градації забезпеченість рослин калієм з шару ґрунту 0–20 см була підвищеною, за виключенням варіанту без добрив. Шар ґрунту 20–40 см також характеризувався високим вмістом рухомих його сполук, за виключенням варіантів без добрив і при низьких дозах внесення мінеральних добрив. Практично таку ж закономірність відмічено і для шару ґрунту 40–60 см, хоч різниця тут між варіантами досліду значно згладжується.

Отже, в чорноземі опідзоленому вміст рухомих сполук калію в ґрунті значною мірою залежить від доз внесення добрив. І природні темпи поповнення цього елементу відстають від виносу калію врожаями культур, що зумовлює поповнення його рухомих форм у ґрунті за рахунок добрив.

4.2. Продуктивність культур ланки сівозміни горох – пшениця озима – кукурудза залежно від удобрення в сівозміні

Зміна родючості ґрунту під впливом тривалого застосування мінеральних добрив, відповідно впливала на урожайність культур ланки сівозміни горох – пшениця озима – кукурудза.

Інтегрованим показником ефективності застосування різних норм мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур є рівень його врожайності.

Одним з головних агрозаходів підвищення урожайності гороху є застосування мінеральних добрив. Як вказували основоположники агрохімічної науки, на долю мінеральних добрив припадає 50% приросту урожаю, а інших 50% – за рахунок селекції, агротехніки тощо.

Приведені дані досліджень по вивченню впливу норм мінеральних добрив на врожайність гороху свідчить про позитивний вплив всіх мінеральних добрив, що вивчалися в досліді (табл. 8).

Таблиця 8

Урожайність гороху залежно від удобрення в сівозміні, ц/га

Варіант досліду	Урожайність, ц/га	Приріст ± до контролю
Без добрив (контроль)	22,1	–
$N_{10}P_{10}K_{10}$	27,5	5,4
$N_{30}P_{30}K_{30}$	32,2	10,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	34,4	12,3
$НІР_{05}$	2,4	

Величина урожайності гороху зростає пропорційно збільшенню норм мінеральних добрив. Так найвищий приріст урожаю, відмічено у варіанті з

високими нормами мінеральних добрив, де він складає 12,3 ц/га в порівнянні з контрольним варіантом.

З даних таблиці видно, що із збільшенням норм добрив збільшувалась і врожайність.

Норма $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечила приріст 5,4 ц, а збільшена удвічі – 10,1 ц/га. Приріст збільшувався по відношенню до контрольного варіанту та одинарної норми добрив. Подальше збільшення норми добрив не призводило до істотного збільшення врожайності, про що свідчать дані математичної обробки. Кліматичні умови досліджуваних років істотно не впливали на рівень урожайності гороху.

Математична обробка даних урожайності свідчить, що кращими нормами добрив у сівозміні є $N_{80}P_{80}K_{80}$, де приріст є істотним.

Результати наших досліджень підтверджують дані багатьох інших науково-дослідних установ і вчених [31, 35, 37].

Аналіз урожайності пшениці озимої показує, що найбільш продуктивні агрофітоценози формуються при вирощуванні їх за інтенсивними технологіями, в яких використовуються високі дози мінеральних добрив (табл. 9). Рівень їх ефективності змінювався залежно від дози внесених добрив.

Таблиця 9

Урожайність пшениці озимої залежно від удобрення в сівозміні, ц/га

Варіант досліду	Урожайність, ц/га	Приріст ± до контролю
Без добрив (контроль)	37,1	–
$N_{40}P_{40}K_{40}$	53,7	16,6
$N_{80}P_{80}K_{80}$	65,4	28,3
$N_{120}P_{120}K_{120}$	68,7	31,6
$НІР_{05}$	3,5	

Результати досліджень свідчать, що погодні умови суттєво впливали на урожайність пшениці озимої.

В середньому при застосуванні одинарної норми пшениця озима сорту Артіст, що розміщувалася після гороху, забезпечила приріст 16,6 ц зерна, а відповідно збільшена удвічі норма добрив − 28,3 ц/га. Найвища норма − N_{120} P_{120} K_{120} збільшувала − врожайність на 31,6 ц/га.

Із збільшенням норм добрив збільшувалась і врожайність пшениці озимої. В середньому за два роки в контрольному варіанті, де добрив не застосовували, урожайність пшениці озимої була найменшою. При застосуванні одинарної норми добрив вона збільшилася на 35%, подвійної − 57%, а потрійної відповідно на 63%. Незважаючи на те, що найвищі прирости були одержані при застосуванні $N_{120}P_{120}K_{120}$ проте вони були дещо нижчі порівняно з подвійною нормою добрив.

Математична обробка даних урожайності пшениці озимої за період досліджень проведена на ЕОМ методом дисперсійного аналізу. Результати цієї обробки наведені в додатках.

Використовуючи дані цих розрахунків, бачимо, що в усіх удобрених варіантах одержані істотні прирости врожайності порівняно з контролем. Вони зростали із збільшенням норми добрив, проте між собою варіанти мали істотну різницю лише до норми N_{80} P_{80} $K_{80.}$ Наступне збільшення норми до дози $N_{120}P_{120}$ K_{120} не завжди призводило до значного зростання врожайності.

Успішне вирішення проблеми забезпечення населення продовольством неможливе без значного поліпшення якості зерна пшениці озимої. Інтенсифікація виробництва та підвищення урожайності зерна, на жаль, не завжди автоматично забезпечують підвищення його якості, хоча кліматичні та грунтові умови лісостепової України дозволяють вирощувати високоякісне зерно [38].

У численних дослідженнях було встановлено, що якість зерна залежить від комплексної дії особливостей родючості грунту, вологозабезпеченості

рослин, біологічних особливостей сорту, застосування добрив, впливу попередників [7, 22, 39].

Активний нітрифікаційний процес у полі після гороху та фіксація атмосферного азоту мікрофлорою у ґрунті під цим попередником є одним з чинників підвищення як урожаю зерна, так і його якості. Оскільки синтез білків має більшу енергоємкість, ніж синтез вуглеводів, тому кількість білків у пшениці невелика. Біологічно оптимальний рівень білковості зерна пшениці варіює від 8 до 12%. Але під впливом комплексу агротехнічних факторів вміст білка може коливатися від 7 до 25% [45].

Дані про результати впливу різних норм добрив на вміст білка в зерні наведені в таблиці 10.

Таблиця 10

Вміст білка в зерні пшениці озимої залежно від норми добрив, %

Варіант досліду	Вміст білка, %	Приріст до контролю
Без добрив (контроль)	12,9	–
$N_{40}P_{40}K_{40}$	14,3	1,4
$N_{80}P_{80}K_{80}$	14,7	1,8
$N_{120}P_{120}K_{120}$	14,2	1,3

На всіх удобрених варіантах були одержані прирости білка в зерні, але найвищий вміст білка одержано у варіанті $N_{80}P_{80}K_{80}$, де приріст до контролю становив 1,8 абсолютного відсотка. Підвищення дози мінеральних добрив знижувало інтенсивність зростання приросту білка в зерні і різниця між варіантами з середніми і високими дозами добрив була неістотною. Вміст білка у зерні пшениці озимої в середньому по досліду складав 13,9%.

Кліматичні умови окремо взятого року по-різному впливали на вміст білка в зерні пшениці озимої див. табл. 10. Випадання великої кількості опадів

у період наливу зерна може спричиняти вилягання посівів пшениці на удобрених варіантах, і як наслідок формування маловиповненого зерна. Це також вплинуло на накопичення в зерні білкових речовин. Отже, в 2023 році вміст білка в зерно пшениці озимої в середньому по досліді був задовільним.

При аналізі вмісту у борошні клейковини теж спостерігається певна тенденція, яка відображає аналогічний вплив удобрення на цей показник (табл. 11).

Таблиця 11

Вплив доз добрив на вміст клейковини в зерні пшениці озимої, % (2023 р.)

Варіант досліду	Вміст клейковини, %	Приріст до контролю ±
Без добрив (контроль)	25,2	–
$N_{40}P_{40}K_{40}$	27,6	2,4
$N_{80}P_{80}K_{80}$	28,4	3,2
$N_{120}P_{120}K_{120}$	27,5	2,5

Так, у борошні з зерна вирощеного в досліді вміст клейковини зростав пропорційно дозі в несених добрив, хоч цей процес відбувався до певного рівня. Внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечило зростання вмісту клейковини до 2,3 абсолютних відсотка. Найвищий вміст клейковини в борошні пшениці відмічено у варіанті $N_{80}P_{80}K_{80}$ – 28,4%. Подальше зростання дози добрив зменшувало інтенсивність формування клейковини в зерні. Слід відмітити те, що борошно з зерна пшениці вирощеної в 2023 році, відрізнялось високим вмістом клейковини незалежно від варіанту удобрення – 27,5–28,4%.

Серед варіантів удобрення слід відзначити $N_{80}P_{80}K_{80}$, де при аналізі клейковини виявлено найвищі прирости її вмісту – 3,2%, в той час як у варіанті без добрив вміст клейковини становив – 25,2 %. Прирости вмісту клейковини, у 2023 році, були вагомими.

Таким чином можна зробити висновок, що покращення живлення в цілому позитивно впливає на збільшення вмісту клейковини в зерні пшениці озимої і відчутно залежить від кліматичних умов вегетаційного періоду.

Провівши загальну оцінку впливу різних норм удобрення на ріст рослин і урожайність і якість зерна, слід відмітити, що з агрономічної точки зору була кращою норма застосування мінеральних добрив під пшеницю озиму $N_{80}P_{80}K_{80}$.

Аналіз урожайності кукурудзи показує, що найбільш продуктивні посіви кукурудзи формуються при вирощуванні їх за інтенсивними технологіями, в яких застосовують удобрення. Рівень їх ефективності змінювався залежно від доз внесених добрив.

Зміна параметрів родючості ґрунту під впливом удобрення істотно впливала на рівень і динаміку врожайності кукурудзи (табл. 12).

Таблиця 12

Урожайність кукурудзи залежно від удобрення в сівозміні, ц/га

Варіант досліду	Урожайність, ц/га	Приріст ± до контролю
Без добрив (контроль)	49,5	–
$N_{50}P_{50}K_{50}$	61,4	11,9
$N_{100}P_{100}K_{100}$	80,5	31,0
$N_{150}P_{150}K_{150}$	95,6	46,1
$НІР_{05}$	3,6	

Отримані дані свідчать про те, що максимальну продуктивність в середньому за період досліджень забезпечив варіант з внесенням потрійної дози добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$). При застосуванні подвійної дози добрив ($N_{80}P_{80}K_{80}$), продуктивність кукурудзи дещо знижувалась, в середньому на 9 %.

Кліматичні умови по-різному впливали на величину врожаю зернової маси кукурудзи див. табл. 12. Підвищення дози мінеральних добрив знижувало інтенсивність зростання приросту врожайності зернової маси і різниця урожайності між варіантами з середніми і високими дозами добрив була неістотною.

Отже, варіант з внесенням подвійної дози повного мінерального добрива в сівозміні $N_{80}P_{80}K_{80}$ виявився найефективнішим, у цьому варіанті удобрення рівень урожайності кукурудзи хоч і не був найвищим у досліді, проте мав істотний приріст який в середньому становив у 2023 р.– 80,5 ц/га; і в значній мірі залежав від кліматичних умов року.

З метою оцінки сумарної продуктивності гороху, пшениці озимої і кукурудзи на зерно їх урожайність перераховували в зернові одиниці. Як показали розрахунки, збір зернових одиниць залежить від інтенсивності удобрення культур у сівозміні (табл. 13).

Таблиця 13

Продуктивність ланки сівозміни горох–пшениця озима–кукурудза

(2023 р.)**, ц зерн.од./га**

Варіант	Горох	Пшениця озима	Кукурудза	Горох+пшениця озима+кукурудза
Без добрив (контроль)	22,1	37,1	49,5	108,7
$N_{40}P_{40}K_{40}$	27,5	53,7	61,4	142,6
$N_{80}P_{80}K_{80}$	32,2	65,4	80,9	178,5
$N_{120}P_{120}K_{120}$	34,4	68,7	95,6	198,7

Вихід центнерів зернових одиниць культур ланки сівозміни з одного гектара в середньому підвищувався по мірі збільшення норм мінеральних

добрив. При цьому одинарна норма мінеральних добрив забезпечила приріст 33,9 ц зерн.од./га, а подвійна норма ($N_{80}P_{80}K_{80}$) – 69,8 ц зерн.од./га. Найвищий приріст виходу зернових одиниць з 1 га одержано при застосуванні потрійної норми мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) – 90,0 ц/га. Проте при застосуванні потрійної норми мінеральних добрив, приріст був не істотним по відношенню до варіанту з $N_{80}P_{80}K_{80}$. Отримані нами результати підтверджуються даними інших науково-дослідних установ [53–55].

Отже, для одержання найвищої продуктивності сівозмінної ланки горох–пшениця озима–кукурудза до економічно доцільного рівня, необхідно узгоджувати дози удобрення кожної із культур. В зв'язку з тим, що загальний сумарний збір зернових одиниць складається із зерна гороху, зерна пшениці озимої і зернової маси кукурудзи, його можна розглядати в 3-х аспектах в залежності від напряму спеціалізації господарства, тобто які корма йому необхідні.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ ГОРОХ–ПШЕНИЦЯ ОЗИМА–КУКУРУДЗА

З ціллю усестороннього обґрунтування застосування мінеральних добрив проводять економічний розрахунок отриманих результатів.

Економічну ефективність характеризують наступні показники: урожайність по варіантах, приріст урожайності, собівартість 1 ц продукції, умовно чистий прибуток, рентабельність, додаткові витрати, рентабельність додаткових витрат [56]. Розрахунок економічної ефективності виконаний з допомогою нормативів та технологічної карти.

Застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві спрямоване на підвищення урожайності культур та рівня родючості ґрунту, але поряд з цим внесення добрив пов'язане із додатковими затратами, які включають затрати на закупівлю та внесення, а також затрати на збирання додаткового урожаю, який отримали за рахунок їх застосування.

Проте практикою доведено, що добрива можуть забезпечувати приріст урожайності до певних меж, а надмірне збільшення норм їх внесення не забезпечує подальшого зростання їх ефективності і може привести до погіршення якості продукції та забруднення навколишнього середовища [57].

Проблема ефективного застосування добрив і надалі залишається актуальною, а в умовах гострого дефіциту добрив і засобів для дотримання вимог прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур стає ще гострішою.

Щоб характеризувати ефективність добрив не досить мати інформацію лише про їх кількісний вплив на урожай, оскільки часто це не дає співставних результатів між одержаним ефектом, вираженим приростом урожайності, і додатковими матеріально-грошовими витратами на застосування добрив.

Розрахунки ефективності застосування різних норм мінеральних добрив в ланці сівозміни горох – пшениця озима – кукурудза в наших дослідженнях наведено в таблиці 14.

Таблиця 14

Економічна ефективність застосування добрив у ланці сівозміни горох – озима пшениця – кукурудза (2023 р.)

Показники	Без добрив (контроль)	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
Врожайність, т зерн.од./га	3,62	4,75	5,95	6,62
- в т.ч. приріст	–	1,13	2,33	3,00
Ціна реалізації, грн/т	6300	6300	6300	6300
Вартість приросту, грн/га	–	7119	14679	18900
Витрати на застосування добрив, грн/га	–	6592	15184	21776
Умовний чистий прибуток від застосування добрив, грн/га	–	527	-505	-2876
Рівень рентабельності витрат на застосування добрив, %	–	8	–	–

Як показали розрахунки, з підвищенням дози добрив зростала вартість приросту продукції, проте паралельно зростали додаткові витрати на застосування добрив. Найбільші витрати на застосування добрив в середньому по ланці сівозміни були у варіанті з внесенням високих доз мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) – 21776 грн/га. При застосуванні середніх доз мінеральних добрив ($N_{80}P_{80}K_{80}$), умовний чистий прибуток був від'ємний і становив -505 грн/га, а витрати на застосування добрив 15184 грн/га, що не забезпечило рентабельності.

Найвищий рівень рентабельності витрат на застосування добрив зафіксовано у варіанті де вносились низькі дози мінеральних добрив –8%, умовний чистий прибуток склав лише 527 грн/га.

Отже, з погляду економічної ефективності найбільш доцільним є застосування низьких доз мінеральних добрив у сівозміні ($N_{40}P_{40}K_{40}$) під культури ланки горох–пшениця озима–кукурудза, які найвище окуповують витрати на їх застосування.

РОЗДІЛ 6
МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА ЗАХОДИ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ

Поліпшення умов праці є одним з резервів росту її продуктивності й економічної ефективності виробництва, а також подальшого розвитку самої людини. Охорона праці – це система законодавчих, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних заходів по створенню умов, що забезпечують збереження здоров'я та працездатності людини в процесі її трудової діяльності [58]. Складовими охорони праці є законодавство про працю, виробнича санітарія і безпека застосування різних технічних засобів на виробничих процесах у сільському господарстві, включаючи і пожежну безпеку.

Враховуючи реально існуючі шкідливі фактори при роботі з мінеральними добривами, роботу потрібно організовувати так, щоб знизити їх негативну дію на організм людини та навколишнє середовище [59].

Безпека праці при внесенні мінеральних добрив залежить від правильної організації праці. Для внесення добрив комплектується кадрами механізований загін, який не є постійною організаційною одиницею і створюються на певний відрізок роботи. Загін забезпечується машинами для підготовки і навантаження добрив, а також розкидачем. Роботи по внесенню мінеральних добрив виконуються під керівництвом і контролем старшого працівника загону. При внесенні добрив використовують розкидач мінеральних добрив РУМ-5, який агрегатується з трактором МТЗ-80.

Технічний стан агрегатів перевіряється спеціальною комісією в яку входить: інженер з охорони праці, бригадир, механізатор і допускаються вони до роботи, якщо відповідають вимогам ГОСТу 12.2.019-86. ССБТ- "Трактора и самоходные машины". Машини для внесення мінеральних добрив мають бути обладнані пристроями для керування із кабіни трактора.

Роботи з внесення добрив потрібно проводити у ранкові і вечірні часи за

безвітряної погоди. До роботи допускають працівників, які пройшли медичний огляд, потім з ними проводять інструктаж згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.12-05. Під час інструктажу пояснюється, які небезпечні ситуації можуть виникати та як їм запобігти в процесі роботи [60].

При виконанні робіт з добривами працівники повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту, миючими та знешкоджувальними засобами.

Для захисту органів дихання використовують протипилові респіратори ШБ-1 "Лепесток", Астра-2М, Ф-62-Ш. Якщо в повітрі поряд з пилом є шкідливі пари й гази, використовують універсальні респіратори РУ-60М "Снежок-КУМ".

Перед початком роботи поле оглядають та підготовляють його. Відмічають місце для відпочинку і прийняття їжі механізаторів, воно повинне знаходитися з надвітряної сторони і повинне бути забезпечене питною та технічною водою, аптечкою.

Після закінчення роботи з мінеральними добривами працівники повинні прийняти душ. Спецодяг та інші засоби індивідуального захисту слід зберігати в спеціальних ящиках, окремо від чистого одягу. При використанні респіраторів необхідно стежити за своєчасною заміною патронів та чистотою гумової напівмаски.

Не виконання правил техніки безпеки, експлуатації машин та вимог санітарії зумовлює виникнення небезпечних ситуацій (НС). Проте небезпечні ситуації не є початковою ланкою при визначенні шкідливих факторів. Передумовою виникнення (НС) є небезпечна умова (НУ). Небезпечною умовою при внесенні добрив можуть бути:

$НУ_1$ – Відсутність кваліфікованих працівників при налагодженні трактора чи інших машин;

$НУ_2$ – Працюючі не мають необхідної професійної підготовки з охорони праці;

$НУ_3$ – Відсутні захисні щитки рухаючих частин трактора чи інших машин;

$НУ_4$ – Не дотримання правил техніки експлуатації трактора або інших сільськогосподарських машин, механізмів.

Наявність на робочому місці даних небезпечних умов призводить до виникнення небезпечної дії (НД). Небезпечна дія – це ситуація, неправильний рух, або ж бездієвість у відповідній ситуації, що при наявності НУ може викликати травмонебезпечні, аварійні чи катастрофічні явища. Для кожної небезпечної умови є свої небезпечні дії:

$НД_1$ – Ремонт та налагоджування трактора та інших машин з не заглушеним двигуном;

$НД_2$ – Потрапляння тракториста, помічників у небезпечну або робочу зону трактора чи інших машин;

$НД_3$ – Тракторист або помічник дуже близько наблизився до рухаючих частин трактора чи іншої машини;

$НД_4$ – Перебільшення навантаження на трактор чи інший механізм, машину.

При поєднанні небезпечної умови і небезпечної дії наступає небезпечна ситуація (НС):

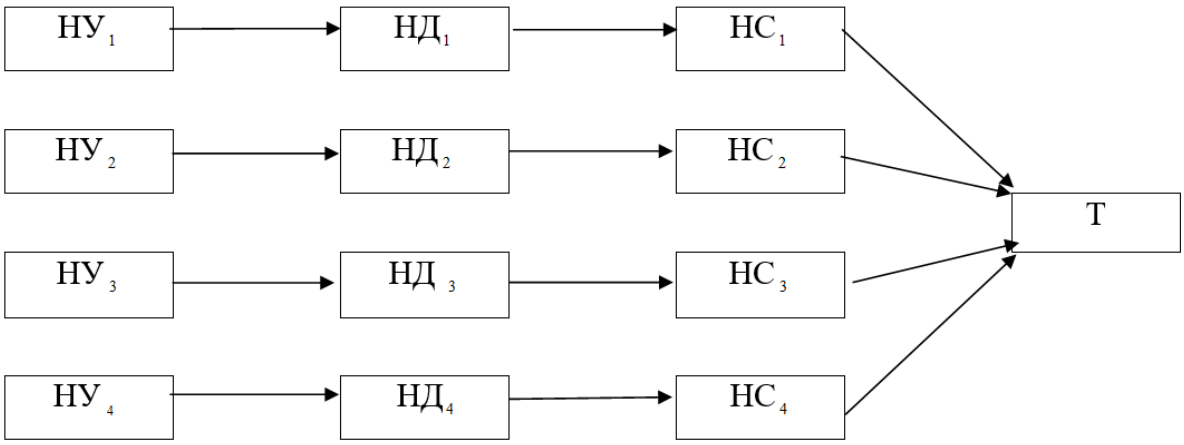
$НС_1$ – Наїзд або довільний рух трактора чи інших машин;

$НС_2$ – Вплив робочих органів трактора чи інших машин при виконанні роботи;

$НС_3$ – Захват одягу і частин тіла незахищеними рухаючими частинами трактора чи інших машин;

$НС_4$ – Обрив кріплення робочих органів, поломка валів, транспортерів, обрив пасів та цепів.

При виникненні небезпечної ситуації неминучою умовою можливих наслідків буде травма (Т). Даний аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, умов і ситуацій при внесенні мінеральних добрив можна відобразити за допомогою схеми.



Отже для запобігання виникнення травм при внесенні мінеральних добрив слід передбачити та запобігти виникненню усіх можливих небезпечних умов, небезпечних дій та небезпечних ситуацій. Для цього необхідно:

1. Організувати та провести навчання працівників з охорони праці;
2. Забезпечити необхідний контроль при проведенні робіт;
3. Не допускати до роботи трактора та інші машини без встановлених захисних щитків та некваліфікованого налагодження;
4. Забезпечити виконання вимог виробничої санітарії при роботі безпосередньо з добривами;
5. Не допускається піднімання працівників на машини під час їх руху, а також спускання з них.

Для підвищення рівня техніки безпеки і охорони праці при виконанні робіт з добривами на посівах культур сівозміни необхідно впроваджувати наступні заходи:

1. Підвищити якість проведення інструктажів з охорони праці;
2. Відповідно до існуючого законодавства про охорону праці провести навчання працівників з охорони праці з наступною перевіркою знань;
3. Посилити контроль за виконанням правил безпеки праці під час проведення всіх сільськогосподарських робіт.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ У РОСЛИННИЦТВІ

Питання про функції природи по відношенню до людини є юридично значимим і покладено в основу правового регулювання природокористування та охорони навколишнього середовища від шкідливих впливів людської діяльності.

Сільське господарство, як ні одна з інших галузей виробництва, тісно пов'язана з інтенсивним використанням основних природних ресурсів – землі, повітря і води. Науково-технічний прогрес у сільському господарстві нині досяг такого рівня, коли кожен фахівець-аграрій має володіти не лише сукупністю спеціальних сільськогосподарських і фітобіологічних знань, а й мати високий рівень екологічної освіти. Без цього неможливо раціонально використовувати природні ресурси на селі й успішно вирішувати проблеми охорони довкілля.

Збирання високих врожаїв сільськогосподарських культур в сучасних умовах неможливе без внесення мінеральних добрив. Проте недолік їхній в тому, що вони виступають як чинник екологічної загрози.

Негативний вплив добрив на навколишнє середовище полягає у :

- погіршенні властивостей ґрунту;
- забрудненні підземних і поверхневих вод;
- зниження якості продукції (складу органічних речовин, зольних елементів, накопиченні нітратів і нітритів, погіршенні смакових якостей);

Неправильне співвідношення елементів живлення може призвести до обмеження споживання рослинами азоту у зв'язку з лімітуванням їх росту іншими елементами. Оптимізація чинників та умов середовища забезпечує

підвищення інтенсивності продукційного процесу, опосередковано впливає на чистоту води й повітря [61].

В останні роки визначилась чітка тенденція до збільшення виробництва рослинницької продукції з вмістом нітратів, що перевищує можливо допустиму норму. В цілому понад 30% сільськогосподарської продукції, що виробляється в Україні, має вміст нітратів, який перевищує допустимий рівень.

Основні причини цього такі: використання в господарствах екологічно шкідливих технологій вирощування сільськогосподарської продукції; застосування в основному досить високих норм переважно азотних і органічних добрив; незбалансоване підживлення рослин протягом вегетації; внесення азотних добрив без врахування біологічних вимог рослин; недосконаліть техніки внесення азотних добрив в грунт. Разом з тим збільшення кількості нітратів у рослинницькій продукції не можна розглядати як наслідок і інтенсифікації застосування азотних добрив, воно визначається сукупністю багатьох зовнішніх і внутрішніх факторів.

Значним недоліком більшості мінеральних добрив є їх фізіологічна кислотність, а також наявність залишкової кислоти в результаті технології виробництва. Інтенсивне застосування таких добрив підкислює ґрунтовий розчин, погіршує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Ще одним недоліком багатьох видів добрив є наявність у їх складі шкідливих елементів. Так, наприклад, фосфатне борошно, крім токсичного фтору, мітить ряд важких металів (кадмій, стронцій, ванадій, уран та ін.), які можуть нагромаджуватись в ґрунті у значних кількостях та забруднювати навколишнє середовище.

Калійні добрива небезпечні, насамперед вмістом хлору, який погіршує якість урожаю. Підвищений вміст калію в кормових травах може призвести до отруєння тварин, а застування високих доз калійних добрив – до забруднення водойм. І все ж в екологічному відношенню найбільш небезпечні промислові азотні добрива (так званий технічний азот) – основне джерело нітратного забруднення води, продуктів харчування і кормів .

Таким чином для того, щоб запобігти забрудненню навколишнього середовища слід дотримуватися таких вимог:

1. Дотримання правил транспортування, зберігання і застосування добрив;
2. Внесення оптимальних доз добрив у сівозміні і під кожну культуру;
3. Системи добрив повинні мати оптимальне співвідношення поживних елементів з урахуванням вимог культури, наявності в ґрунті рухомих форм поживних елементів і особливостей клімату;
4. Вибір правильних строків внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культури, головним чином періодичності її живлення, властивостей ґрунту, кліматичних особливостей зони, а також форм добрив;
5. В умовах зрошення дуже важливо дотримуватись науково обґрунтованих норм, строків і способів внесення добрив;
6. При розробці і впровадженні систем добрив у сівозміні важливо враховувати її спеціалізацію і прагнути, щоб рілля максимальний час протягом року була зайнята культурними рослинами [62].

Удосконалення технологій застосування добрив повинно поєднуватися з впровадженням нових прогресивних агротехнічних і гідротехнічних заходів. У сівозмінах бобові рослини, що засвоюють азот атмосфери, слід широко поєднувати з рослинами, що виносять велику кількість азоту з ґрунту. Практикувати посіви багаторічних трав та інших культур з добре розвиненою кореневою системою, що засвоюють нітрати з глибоких горизонтів ґрунту, уміло використовувати післяукісні і післяжнивні посіви які збагачують ґрунт органічною речовиною, поліпшують його азотний фонд і фітосанітарний стан, надійно захищають від ерозії, сприяють ефективному використанню біологічного потенціалу природних ресурсів.

Дотримання науково-обґрунтованих заходів під час застосування добрив, удосконалення способів їх внесення дають змогу повністю ліквідувати негативну дію добрив на навколишнє середовище та звести до мінімуму вміст залишків небажаних інгредієнтів у продукції.

Мінеральні добрива, як складова частина живої природи, при правильному їх застосуванні можуть і повинні сприяти підвищенню родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур, збереженню в чистоті навколишнього середовища. А кожен землекористувач повинен стати найактивнішим охоронцем природи, адже охорона навколишнього середовища є одним із важливих завдань працівників сільського господарства [63].

ВИСНОВКИ

За результатами проведених нами в 2023 року досліджень в умовах ПСП «Глорія» Уманського району Черкаської області з вивчення впливу застосування добрив у польовій сівозміні на зміну родючості ґрунту і продуктивності сівозмінної ланки горох – пшениця озима – кукурудза можна зробити наступні висновки:

1. Тривале застосування низьких доз мінеральних добрив практично не впливає на збереження гумусу в ґрунті і його запаси мало відрізняються від запасів у варіанті без добрив. Внесення високих доз добрив за мінеральної системи удобрення сприяло накопиченню гумусу в ґрунті і його вміст зріс до 3,33%.

2. За внесення середніх і високих доз добрив на ділянках з мінеральною системою удобрення у сівозміні кислотність ґрунту збільшилась порівняно з вихідним рівнем. В цілому ж у досліді найвища кислотність ґрунту була в сівозміні з високими дозами добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) $pH_{сол}$= 5,7. Також в цьому варіанті відбулося найбільше зниження суми увібраних основ до 20,6 смоль/кг.

3. Не дивлячись на високі дози внесення мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$), чорнозем опідзолений за вмістом лужногідролізованого азоту, відноситься до групи ґрунтів з низьким рівнем забезпеченості, підвищеним та середнім рівнем забезпеченості фосфору і калію. Це вказує на те, що на цьому типу ґрунтів при розробці системи удобрення особлива увага повинна бути приділена азотному компоненту.

4. Варіант з внесенням подвійної дози повного мінерального добрива в сівозміні $N_{80}P_{80}K_{80}$ виявився найефективнішим, у цьому варіанті удобрення рівень урожайності культур ланки сівозміни горох–пшениця озима–кукурудза хоч і не був найвищим у досліді, проте мав істотний приріст який в значній мірі залежав від кліматичних умов року.

5. Продуктивність культур сівозмінної ланки горох – пшениця озима – кукурудза із збільшенням доз удобрення зростає більш інтенсивно, і за високих

доз удобрення у варіанті ($N_{120}P_{120}K_{120}$), забезпечувала приріст – 90,0 ц зерн.од./га.

5. Найбільші витрати на застосування добрив в середньому по ланці сівозміни були у варіанті з внесенням високих доз мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) – 21776 грн/га. При застосуванні середніх доз мінеральних добрив ($N_{80}P_{80}K_{80}$), ми також не отримали прибутку, а витрати на застосування добрив 15184 грн/га, значно перевищували вартість приросту. Внесення мінеральних добрив в середньому $N_{40}P_{40}K_{40}$ на 1 га сівозмінної площі забезпечило найвищий рівень рентабельності витрат на їх застосування 8%, де умовний чистий прибуток склав 527 грн/га.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі результатів досліджень рекомендуємо в ланці сівозміни горох–пшениця озима – кукурудза в умовах ПСП «Глорія» Уманського району Черкаської області норму внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$, як ефективну з погляду агрономічної та економічної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заришняк А. С. Вплив добрив на родючість ґрунту та продуктивність сівозміни / А. С. Заришняк, Н. К. Шиманська, В. В. Іваніна, К. А. Савчук, Г. М. Мазур // Зб. наук. праць. Вип. 13. Київ, 2012. С. 299-305.
2. Мірошниченко М.М., Носко Б.С., Гладкіх Є.Ю., Панасенко Є.В., Круподеря Ю.О., Арцих Р.С., Голота Є.В. Агрохімічні прийоми адаптації сільськогосподарських культур до екстремальних погодно-кліматичних умов. Вісник аграрної науки 2016; 3, с. 5-10.
3. Тараріко О.Г. Сталий розвиток аграрних систем в XXI столітті у контексті глобальних змін клімату / О.Г. Тараріко // Сталий розвиток агроекосистем. Матеріали міжнародної наукової конференції. Вінниця, 2002. С. 16–18.
4. Габриєль А.Й. Вплив тривалої дії та післядії добрив і вапна на еволюцію родючості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного грунту Лісостепу Західного / А.Й. Габриєль, Ю.М. Оліфір // Вісник Інституту землеробства і тваринництва західного регіону НААН. 2011. № 2. С. 22–26.
5. Господаренко Г.М. Вплив тривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого та продуктивність польової сівозміни / Г.М. Господаренко, О.М. Трус // Вісник Полтавської державної аграрної академії.2011. № 1. С. 17–21.
6. Шувар І.А. Наукові основи підвищення продуктивності сівозмін та родючості грунту в традиційному і біологічному землеробстві західного Лісостепу України / І.А. Шувар // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. К., 2005. С. 78–85.
7. Демянюк О.С. Вплив різних агротехнологій при вирощуванні озимої пшениці на біологічну активність грунту / Демянюк О.С., Плюшко–Волковинська Л.Г. // Матеріали міжнародної наукової конференції “Сталий розвиток агроекосистем”. Вінниця, 2002. С. 181–183.
8. Носко Б.С., Гладкіх Є.Ю. Післядія мінеральних добрив на калійний фонд чорнозему типового. Вісник аграрної науки 2011; 10, с. 14-16.

9. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка ефективності застосування добрив в зерно-просапних сівозмінах / Ю.О. Тараріко, О.А. Андрійченко // Агроекологічний журнал.– 2001.– №2.– С. 14–17.
10. Пармінська Л.М. Патогенна мікрофлора ґрунту: вплив систем удобрення пшениці озимої на її видовий склад у коротко ротаційних сівозмінах. Карантин і захист рослин 2012; 12, с. 17-18.
11. Польовий В.М., Лаврук М.М., Кулик С.М. Диференціація фізико-хімічних показників і продуктивності дерново-підзолистого ґрунту внаслідок тривалого застосування різних систем удобрення і доз вапна. *Вісник аграрної науки* 2018; 5, с. 12-17.
12. Петриченко В.Ф., Тихонович І.А., Коць С.Я., Патика М.В., Мельничук Т.М., Патика В.П. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроекосистем. Вісник аграрної науки 2012; 6, с. 10-14.
13. Мазур Г.А. Підвищення родючості кислих грунтів / Г.А. Мазур, Г.К. Медвідь, В.М. Сімачинський. К.: Урожай, 2004. 176 с.
14. Полупан М.І. Теоретичні основи нагромадження гумусу в природних умовах, його еволюція та управління ним в агроценозах / Полупан М.І., Ковальов В.Г. // Вісник аграрної науки. 2007. №9. С. 21–26.Донских
15. Предоляк М.О. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на рухомі гумусові речовини в чорноземі типовому. Вісник аграрної науки 2010; 4, с. 70-72.
16. Примак І.Д., Купчик В.І., Лозінський М.В., Войтовик М.В., Панченко О.Б. Агрономічне ґрунтознавство. За заг. ред. д-ра с.-г. наук, проф. І. Д. Примака. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017; 580 с.
17. Носко Б.С. Вплив добрив на агрохімічні властивості ґрунтів / Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / За ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. К.: Урожай, 2014. С. 99–109.
18. Медвєдєв В.В. Актуальні питання контролю стану земельних ресурсів в Україні / В.В. Медвєдєв // Вісник аграрної науки. 1997. №5. С. 5–8.
19. Вишневський Ф.О. Динаміка фосфорного режиму ґрунтів зони Лісостепової частини Житомирської області / Ф.О. Вишневський / Агрохімія і

ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Грунти – основа добробуту держави, турбота кожного. Харків, 2006. Кн. 3. С.13–14.

20. Дегодюк Е.Г. Вплив різних систем удобрення на родючість грунту та продуктивність культур сівозміни в умовах Полісся України / Е.Г. Дегодюк, Н.В. Штупун, Ю.Й. Бурлачук, І.І. Чернишенко // Землеробство. 1999. Вип. 71. С. 21–25.
21. Примак І.Д., Левандовська С.М., Панченко О.Б., Панченко І.А., Войтовик М.В., Карпенко В.Г., Мартинюк І.В. Біологічна активність чорнозему типового за різних систем основного обробітку та удобрення культур короткоротаційної сівозміни. Агробіологія 2019; 2, с. 43-58. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2019_2_7
22. Примак І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Ображій С.В., Панченко І.А. Баланс гумусу в короткоротаційній сівозміні Правобережного Лісостепу України залежно від систем удобрення чорнозему типового. Агробіологія 2020; 1, с. 151-159. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2020_1_21
23. Бацула О.О. Склад гумусу, його зміна під впливом сільськогосподарського використання ґрунтів / О.О. Бацула // Забезпеченість бездефіцитного балансу гумусу. К.: Урожай, 1997. С. 9–20.
24. Протопіш І.Г. Залежність зернової продуктивності пшениці озимої від площі прапорцевого листка. Вісник аграрної науки 2016; 2, с. 64-67.
25. Примак І.Д., Войтовик М.В., Панченко О.Б., Присяжнюк Н.М., Ображій С.В., Панченко І.А., Філіпова Л.М. Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива. Агробіологія 2020; 2, с. 147-159. http://nbuv.gov.ua/ UJRN/agr_2020_2_19
26. Савченко Ю., Мірошніченко М.М. Вплив весняного живлення озимої пшениці сульфатом амонію на врожайність та якість зерна. Вісник

Львівського національного аграрного університету 2013; 17 (1), с. 186-192.

27. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / Б.С. Носко. – К.: Аграр. наука, 1999.– 108 с.
28. Скрильник Є.В., Кутова А.М., Філімончук Я.С., Москаленко В.П. Вплив антропогенних факторів на гумусний стан і вміст поживних речовин у чорноземі типовому. Вісник аграрної науки 2015; 9, с. 12-16.
29. Сметанко О.В., Бурикіна С.І., Кривенко А.І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу. Вісник аграрної науки 2018; 7, с. 59-67.
30. Оканенко А.С. Фізіологічні основи підвищення цукристості буряків цукрових / А.С. Оканенко. – К. : Наукова думка, 2006. – 312 с.
31. Філімончук Я.С. Особливості мінерального живлення пшениці озимої залежно від фосфатного режиму ґрунту. Вісник аграрної науки 2014; 11, с. 68-71.
32. Стороженко В.О., Бацманова Л.М., Макаренко В.І., Коваленко Р.В., Каленська С.М. Вплив комплексних добрив на біологічну продуктивність та функціональний стан фотосинтетичного апарату у високо інтенсивних сортів пшениці озимої. Вісник аграрної науки 2012; 3, с. 17-20.
33. Макаренко В.М. /Добрива та їх використання / В.М. Макаренко, В.Є. Розстальний, А.В. Савчук. – К.: 2002.– 245 с.;
34. Христенко А.О., Істоміна Ю.О. Ґрунтово-кліматичні умови України та ефективність калійних добрив. Вісник аграрної науки 2013; 8, с. 10-13.
35. Сайко В.Ф. Зерно України для внутрішнього і зовнішнього ринків / В.Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. 2002. № 9. С. 20–24.
36. Пилипенко М.О. Вплив мінеральних добрив та густоти посіву на урожайність та якість зерна ярого ячменю / М.О. Пилипенко // Вісник Білоцерківського ДАУ. Біла Церква. 2001. Вип. 15. С. 13–18.

37. Подобед О.Ю. Баланс азоту, фосфору, калію та продуктивність сівозміни при тривалому використанні добрив / О.Ю. Подобед // Вісник аграрної науки. 2010. №7. С. 48–50.
38. Цвей Я.П., Бондар С.О., Кісілевська М.О. Склад гумусу чорноземів залежно від системи удобрення в коротко ротаційних сівозмінах. Вісник аграрної науки 2016; 9, с. 5-9.
39. Цвей Я.П., Іваніна Р.В., Дубовий Ю.О. Стан гумусу чорнозему вилугуваного та післядія добрив за тривалого їх застосування у зернових ланках сівозміни. Новітні агротехнології 2019; 7. URL: http://jna.bio.gov.ua/article/view/204798
40. Цвей Я.П., Іваніна Р.В., Гоголь Л.О. Вплив ланок сівозміни та системи удобрення на формування мікробного ценозу чорнозему вилугуваного. Збірник наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2019; 27, с. 24-30.
41. Лихочвор В. Озима пшениця. Шляхи підвищення врожайності / В. Лихочвор // Зерно і хліб. 2001. №2. С.18–19.
42. Бурикіна С.І. Вплив добрив на вміст клейковини у зерні озимої пшениці після чорного пару / С.І. Бурикіна, О.М. Гайваненко // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Грунти – основа добробуту держави, турбота кожного. – Харків, 2006. Кн. 3. С.10–13.
43. Малієнко А.М. Вирощування високоякісного зерна озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу / А.М. Малієнко, Л.Я. Лукащук // Вісник аграрної науки. 2005. №4. С. 38–40.
44. Драніщев М. Дози азотних добрив під озиму пшеницю / М. Драніщев, О. Стройний, В. Токаренко, А. Овчаренко // Пропозиція. 2006. №3. С. 38–40.
45. Панасюк М.Г. Урожайність і якість зерна озимої пшениці залежно від удобрення та попередників у сівозміні / М.Г. Панасюк // Вісник аграрної науки. 2005. №9. С.72–73.
46. Цвей Я.П., Іваніна В.В., Леньшин О.Г. Родючість чорнозему опідзоленого у

коротко ротаційних зерно-бурякових сівозмінах. Вісник аграрної науки 2018; 2, С. 12-16.

47. Рослинництво / [Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А.]; За ред. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
48. Найбільш поширені та перспективні сорти зернових культур Черкаської області / Черкаський інститут агропромислового виробництва. – Черкаси, 2021. С. 20–29.
49. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України / М.В. Недвига. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.
50. Карасюк І.М. Вплив сівозміни і систем удобрення на продуктивність польових культур / І.М. Карасюк, І.А. Білан, Г.І. Бойко // Наук. пр. Уманського СГІ. 1974. Вип. 98. С. 43–48.
51. Патика В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / В.П. Патика, О.Г. Тараріко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
52. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С.М. Рижука, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського.– К.: Урожай, 2003.– 64 с.
53. Цвей Я.П., Іваніна Р.В., Сенчук С.М. Вплив мінеральних добрив і попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої. Зернові культури 2019; Т. 3, 2, с. 305-311. http://doi.org/10.31867/2523-4544/0090
54. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г.М. Господаренко.– К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2002.– 344 с.
55. Плотнікова М.Ф. Методика оцінки ефективності зернової галузі / М.Ф. Плотнікова // Вісник аграрної науки. 2006. №1. С. 75–77.
56. Черенков А.В., Нестерець В.Г., Солодушко М.М., Кротінов І.В., Кобос І.О. Вплив агроекологічних і технологічних чинників на формування врожайності пшениці озимої у південному Степу. Вісник аграрної науки 2018; 5, С. 18-26.
57. Грянин Г.М. Охорона праці / Г.М. Грянин, С.Д. Лехман, Д.А. Бутко та ін. –

Київ: Урожай, 1994. 272 с.

58. Геврик Є.О. Охорона праці / Є.О. Геврик. Львів: ЛДАУ, 2000. С. 152–156.
59. Правила охорони праці в сільському господарстві. К.: Форт, 2001. – 384 с.
60. Литвак П.В. Екологія та рослинництво. / П.В. Литвак, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак, О.А. Дерега– Житомир: “Полісся”, 2001. С. 12–23.

Д О Д А Т К И