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 СІВОЗМІННОЇ ЛАНКИ ЯЧМІНЬ–СОЯ–ПШЕНИЦЯ ОЗИМА НА ФОНІ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У ДП «ДГ «ЗЕЛЕНІ КОШАРИ» ПЕРВОМАЙСЬКОГО РАЙОНУ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 22м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЗАЙДА Артем Юрійович

Керівники: СТАСІНЄВИЧ Олександр,
к. с.-г. н., доцент
САДОВСЬКИЙ Ігор,
викладач-стажист

Умань – 2023

Зміст

ВСТУП 3

Розділ 1. ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ(огляд літератури) 5

Розділ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 12

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика ячменю ярого 12
2.2. Ботанічна і біологічна характеристика сої 13
2.3. Ботанічна і біологічна характеристика пшениці озимої 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 19
3.3. Схема досліду 23
3.4. Агротехніка вирощування культур сівозмінної ланки в досліді 24
3.5. Методика проведення досліджень 27

Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 30

4.1. Зміна агрохімічних показників родючості ґрунту під впливом удобрення 30
4.2. Вплив добрив на продуктивність культур сівозмінної ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима 34

Розділ 5. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У СІВОЗМІННІЙ ЛАНЦІ ЯЧМІНЬ ЯРИЙ–СОЯ–ОЗИМА ПШЕНИЦЯ 40

Розділ 6. ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ 43

Розділ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В УМОВАХ ДП «ДГ «ЗЕЛЕНІ КОШАРИ» 48

ВИСНОВКИ 52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 54

ДОДАТКИ 59

ВСТУП

У сучасному етапі розвитку виробництва сільськогосподарської сфери, забезпечення стійкості землеробства вимагає впровадження результативних стратегій щодо відновлення родючості ґрунтів, збереження їх продуктивного потенціалу та впровадження передових технологій, спроможних гарантувати сталі принципи вирощування сільськогосподарських культур. Оптимальна організація системи удобрення та структури сівозміни представляють собою найбільш ефективні технологічні заходи для досягнення визначеної мети.

Багато досліджень українських вчених зосереджені на вивченні проблеми відновлення плодючості ґрунтів, оптимізації структури сівозмін, а також впровадженні традиційних та альтернативних систем удобрення для коротких і довгих ротацій [1–6]. Введення нових сортів, зміна кліматичних умов і реформування аграрного сектору економіки підкреслюють важливість уваги до збереження родючості ґрунтів, їх раціонального використання та формування високопродуктивного аграрного виробництва. Це питання вимагає подальших досліджень та вивчення в контексті зазначених трансформацій.

Актуальність теми. Збереження родючості ґрунтів та впровадження сталих технологій для вирощування сільськогосподарських культур стали найбільш актуальними напрямами світових досліджень. Інформація, отримана в результаті тривалих стаціонарних досліджень щодо впливу добрив на родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур, доповнена новаторськими рішеннями щодо оптимізації застосування азотних добрив під пшеницю озиму, дозволяє розробити систему удобрення, що ґрунтується на принципах сталості та інноваційної, тим самим залишаючись актуальною у сучасних умовах.

РОЗДІЛ 1.
ФОРМУВАННІ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ
(огляд літератури)

Ґрунт є основним компонентом будь-якого агроценозу, визначаючи його початкову продуктивність. Родючість ґрунту визначає його значущість як основного ресурсу сільськогосподарського виробництва в конкретній господарській інфраструктурі, тобто його здатність задовольняти потреби рослин у ґрунтових чинниках для їх росту та розвитку [3]. Землеробство є одним з ключових досягнень людства, що дозволило людині визволитися від стихійної залежності у харчуванні від навколишньої природи. Згідно з дослідженнями [5], науково-технічне вивчення механізму автотрофності визначає найважливіше завдання людства у майбутньому. Він стверджує, що повну автотрофність людства можна досягти, перш за все, шляхом розумного та ефективного використання родючості ґрунтів у високотехнологічному землеробстві.

Дослідження, проведені в рамках тривалих стаціонарних польових дослідів, свідчать, що систематичне внесення мінеральних добрив у сівозміні призводить до збільшення запасів поживних речовин в ґрунті. Це відкриває можливості для підвищення родючості ґрунту та підвищення врожайності сільськогосподарських культур [6].

Мінеральні добрива мають значний вплив на стан ґрунту та продуктивність рослин. Таким чином, регулювання та раціональне використання добрив, а також оцінка їхнього впливу, особливо при тривалому використанні, на родючість ґрунту та врожайність культур є стратегічним завданням, особливо в контексті вирішення проблеми енерго- і ресурсозбереження в сучасних соціально-економічних умовах [7].

Інтенсивне землеробство, що базується на використанні значних доз мінеральних добрив при низькому рівні використання органічних добрив,

призвело до значного прискорення процесів мінералізації органічних речовин. Цей процес особливо інтенсифікувався протягом останніх 25–30 років [8].

Родючість ґрунту [9] представлена складним комплексом взаємопов'язаних і взаємообумовлених явищ та властивостей, що визначають життя ґрунту.

Широке використання в сільському господарстві мінеральних добрив та інших засобів хімізації стало причиною порушення складної системи саморегулювання процесів утворення та мінералізації гумусу в ґрунті [10].

Ефект впливу органічних та мінеральних добрив на врожай культур в еквівалентних кількостях проявляється подібно або майже ідентично. Успішність поєднання цих видів добрив обумовлена не взаємодією їхніх удобрювальних властивостей, а загальним збільшенням кількості поживних речовин. Органічні добрива в цьому контексті позитивно впливають на потенційну та ефективну родючість ґрунту [11]. На ґрунтах з високим вмістом гумусу гній не проявляє переваг перед еквівалентною кількістю мінеральних добрив. Однак, на малогумусних ґрунтах внесення гною стає необхідним заходом для покращання їхніх властивостей та підвищення ефективності мінеральних добрив.

На неудобрюваних ґрунтах при екстенсивному землеробстві щорічні втрати гумусу розподіляються наступним чином: на Поліссі – від 0,71 до 0,81 т/га, у Лісостепу – від 0,60 до 0,71 т/га, в Степу – від 0,50 до 0,60 т/га, а в цілому по Україні – від 0,60 до 0,70 т/га [12]. Щодо використання мінеральних добрив, деякі вчені стверджують, що лише систематичне їх застосування може утримувати вміст гумусу на стабільному рівні [13].

Проте інші дослідження доводять, що досягнення цієї мети можливе лише за умови комбінованого використання мінеральних та органічних добрив. Регулярне внесення науково обґрунтованих доз добрив сприяє покращенню якості та збільшенню кількості гумусу в ґрунті [14].

Збільшення вмісту гумусу в ґрунтах при систематичному внесенні великих доз добрив можливе лише до певного рівня, який потім стабілізується [15].

Результати досліджень з п'ятипільною зерново-бобовою сівозміною [9] вказують, що протягом 8 років вміст загального гумусу в контрольному варіанті, де не вносили добрив, залишався сталим. Використання мінерального удобрення призвело до приросту гумусу на 8%, основними чинниками були збільшення біомаси кореневих систем і залишків післязбиральних решток. Солома відігравала більш суттєву роль у збільшенні вмісту гумусу в ґрунті, ніж зелене добриво. На поточному етапі розвитку землеробства високий економічний і екологічний рівень можливий лише за умови заходів, спрямованих на збереження і підвищення потенційної родючості ґрунту [16].

Покращення балансу азоту в ґрунті тісно пов'язане з вирощуванням в сівозмінах багаторічних трав, використання яких, як правило, позитивно впливає на вміст органічних речовин у ґрунті [4]. Незважаючи на високий зв'язок азотного режиму ґрунту з його ступенем окультуреності, оцінити забезпеченість рослин азотом за вмістом органічних речовин у ґрунті без врахування змін зовнішнього середовища є вкрай важко [17].

У вчених існують різні точки зору щодо впливу мінеральних добрив на родючість ґрунту. Деякі [18] стверджують, що внесення виключно мінеральних добрив не забезпечує підтримання рівня гумусу на початковому рівні, і при тривалому сільськогосподарському використанні вміст гумусу не відрізняється від ґрунту ділянок без удобрення. Великі дози азотних добрив сприяють збільшенню мінералізації і, відповідно, зменшують коефіцієнт гуміфікації [19]. Інші вчені [20] вважають, що мінеральні добрива позитивно впливають на вміст гумусу в ґрунті, збагачуючи його азотом, який зв'язаний в органічних сполуках.

Вчені [18] відзначають, що фактори інтенсифікації, застосовані правильно, не є протиприродними, і лише неправильне їх застосування призводить до негативних наслідків. Під впливом високих доз добрив та пестицидів спостерігається зменшення чисельності, зміна групового та видового складу мікробних ценозів, що негативно впливає на процеси гумусоутворення [21].

У ґрунт азот надходить як з добрив, так і в результаті біологічної фіксації, яка може бути симбіотичною та несимбіотичною. Внесення мінеральних

добрив не змінює інтенсивність несимбіотичної азотфіксації [19].

Фосфор для живлення рослин надходить виключно з ґрунту та внесених добрив. Вміст фосфору в ґрунтах залежить від ґрунтоутворюючої породи, ступеню вивітрювання та вмісту органічних речовин в ґрунті [22]. Тільки 10–20 % загального фосфору в ґрунті є доступним для рослин, важкодоступний складає 50–60 %, а 20–40 % є практично недоступним.

Фосфорні добрива, внесені в ґрунт, проймають багатосторонні перетворення, утворюючи як мінеральні, так і органічні фосфати. Для збільшення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті необхідно вводити їх у дозах, що перевищують винос цього елементу з врожаєм, а також компенсувати фіксацію фосфору в орному шарі. Висновки вчених [23] підтверджують, що органічні та мінеральні добрива є еквівалентними у забезпеченні рухомими сполуками фосфору в ґрунті.

Доведено, що найефективнішим методом поповнення рухомих сполук фосфору в ґрунті є використання добрив. Поступове їх внесення сприяє стабільному підвищенню запасів фосфору в ґрунті.

При тривалому використанні фосфорних добрив не завжди відбувається збільшення вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті. Це пояснюється тим, що в перші роки внесення добрив різко підвищує врожайність сільськогосподарських культур, що призводить до збільшення виносу фосфору рослинами з ґрунту. Однак з подальшим внесенням добрив вміст цього елементу поступово зростає [24].

Вміст калію є необхідним показником родючості ґрунту, перевищуючи його кількість у ґрунті порівняно з азотом і фосфором. Проте не всі форми калію в ґрунті є доступними для рослин. Лише 6 % всього калію із них перебуває в недоступній формі для рослин, а обмінний та водорозчинний калій становить лише 0,4 %. Рослини використовують всі форми калію для свого росту, проте основними є водорозчинний та обмінний калій, які характеризують родючість ґрунту. При внесенні калійних добрив у ґрунт відбувається фіксація калію, що зменшує його доступність для рослин. Однак

цей процес сприяє тривалій доступності калію для рослин та запобігає його вимиванню [25].

Сільськогосподарське використання ґрунту та застосування мінеральних добрив можуть суттєво впливати на параметри родючості ґрунту. Отже, ґрунти із однаковою генетичною природою та природною родючістю можуть значно відрізнятися за ефективною родючістю. Реакція різних культур на ці зміни може проявлятися у підвищенні або зниженні врожаю, а також у зміні якості продукції. Ефективним засобом для підвищення родючості ґрунтів, урожайності та поліпшення якості продукції рослинництва є застосування добрив. Внесенням добрив можна контролювати процеси живлення рослин, змінювати якість урожаю та впливати на родючість, фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту.

Дослідження вчених в Україні підтверджують, що застосування добрив може призводити до середнього приросту врожаю основних сільськогосподарських культур на рівні 40–50 %, що виявляється значно вищим, ніж приріст врожаю від інших факторів, таких як насіння та засоби захисту рослин. Залежно від ґрунтово-кліматичних та інших умов, приріст урожаю від внесення добрив може змінюватися в широких межах, наприклад, становлячи 60 % у Поліській зоні, 40 % у Лісостеповій, 15 % у Степу і 40 % в зрошуваному Степу [26].

Раціональне використання добрив не лише сприяє отриманню високих врожаїв, але і покращує якість сільськогосподарської продукції. Шляхом внесення добрив можна свідомо впливати на процеси обміну речовин та підвищувати нагромадження важливих речовин, таких як білки, крохмаль, сахароза, жири та інші, у сільськогосподарській продукції.

Дослідження вчених [27] вказують на позитивний вплив мінеральних добрив, внесених під час посіву ячменю як покривної культури, на врожайність. Продуктивність ячменю ярого та підпокривної конюшини залежить від різних факторів, таких як природна родючість ґрунту, атмосферні, водні та світлові умови, місце в сівозміні та сорт. В чорноземі звичайному,

типовому і опідзоленому для отримання високих урожаїв ячменю ярого необхідно забезпечити 100–150 мг/кг рухомих сполук фосфору і 120–180 мг/кг обмінного калію [28].

Дослідження вчених [22] вказують на те, що погодні умови під час періоду вегетації мають значний вплив на врожай зерна ячменю. Найвищий врожай зерна був досягнутий при системі удобрення з підтриманням балансу фосфору і калію, конкретно, при внесенні N_{60} як основного + N_{30} у фазі виходу в трубку на фоні $P_{40}K_{80}$ і післядії 70 т/га гною. За використання цієї системи удобрення вдалося отримати приріст врожаю на рівні 17 ц/га за рахунок повного комплексу добрив та 8,0 ц/га за рахунок лише азотних добрив.

Внесення мінеральних добрив в ґрунт сприяє ефективнішому використанню води (з розрахунку на одиницю врожаю). Висока концентрація поживних речовин у ґрунті в легкодоступній формі сприяє легшому доступу рослин до них, що допомагає пом'якшити негативні наслідки нестачі вологи [29].

Забезпечуючи рослини необхідними поживними речовинами, можна регулювати співвідношення елементів живлення та досягати високих врожаїв, не втрачаючи якості продукції. Живлення рослин є ключовим фактором їхнього життя, і процес обміну речовин з навколишнім середовищем визначає їхні можливості росту та розвитку. Наприклад, для отримання врожаю пшениці на рівні понад 50 ц/га, рослині потрібно близько 112 кг азоту, 55 кг фосфору та 65 кг калію, і ці елементи найефективніше надходять до рослин через внесення добрив [30].

Весняне підживлення озимої пшениці азотом є важливим етапом, який може поліпшити умови живлення рослин під час вегетації, особливо у випадках недостатнього забезпечення поживними речовинами. Необхідність цього заходу обумовлена рядом факторів, таких як властивості ґрунту, попереднє удобрення, його склад та дози, попередники, терміни внесення, атмосферні умови та інші [31].

Дослідження показують, що весняне підживлення азотом у дозах $N_{30\text{-}60\text{-}90}$ на фоні $N_{30}P_{30}$ сприяло збільшенню кущистості та густоти продуктивного стебла на 14–17 %. Зокрема, весняне підживлення з дозою 60 кг/га д.р. за чотири роки середньо дало можливість збільшити врожай зерна на 6,1 ц/га. При цьому вміст білка та сирої клейковини зросли до 14 % та 29,4% відповідно, що підняло їхні показники до рівня сильної пшениці. Зауважте, що збільшення дози азоту до N_{120} не призвело до подальшого підвищення врожайності та поліпшення якості зерна [32, 33].

Фосфорні добрива впливають на використання азоту пшеницею, і їхнє недостатнє кількісне забезпечення може затримувати використання азоту в рослинах. Недостатній рівень фосфору може призводити до накопичення надлишкового нітратного азоту в рослинах, оскільки фосфор є важливим елементом для оптимального функціонування системи азотного обміну в рослинах. Дослідження вказують, що фосфорні добрива можуть позитивно впливати на зимостійкість озимої пшениці. У польових дослідах, де використовували фосфорне удобрення, загибель озимої пшениці склала 6%, порівняно з 27% у випадку відсутності удобрень [34].

Нестача калію також може призводити до затримки росту пшениці. Рослини реагують на нестачу калію сильніше в умовах коливань температури та вологості в ґрунті. При відсутності достатньої кількості калію кількість зерна може зменшитися, і якість продукції може погіршитися. Калій є важливим елементом для нормального функціонування різних фізіологічних процесів у рослинах, включаючи транспорт води та утримання тургорного тиску, що є критичними в умовах стресу вологою [5, 34].

Наукові дослідження аграріїв [35] вказують, що додавання добрив, навіть у невеликих обсягах, таких як $N_{30}P_{45}K_{45}$, призводить до підвищення вмісту білка в зерні на рівень 0,6–1 % та збільшення клейковини на 2,5–4,3 %. Використання фосфорних та калійних добрив сприяє поліпшенню якості зерна при забезпеченні балансу азоту, фосфору і калію. У той самий час, існують деякі висловлювання вчених, що вказують на зменшення вмісту білка в зерні

або його не змінення після внесення суперфосфату, в порівнянні з контролем [36].

Численними дослідженнями також встановлено, що добрива забезпечують вищі прирости врожаю в разі розміщення озимої пшениці після гірших попередників [37]. Так, дослідженнями вчених [38] встановлено, що 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 багаторічних трав збільшився на 3,9 ц/га, після гороху – на 4,6 і після кукурудзи на силос – на 6,7 ц/га.

Отже, з поданих даних можна визначити, що для досягнення високих врожаїв культур сівозміни високої якості необхідно створити оптимальні умови для зростання та розвитку рослин, а також забезпечити належну концентрацію рухомих сполук елементів живлення в ґрунті. Аналіз літератури з питань добрив для культур сівозмінної ланки, що включає ячмінь ярий, сою і пшеницю озиму, підтверджує, що цим культурам приділяється значна увага у наукових дослідженнях, включаючи аспекти їхнього забезпечення добривами.

Проте, існує недостатня кількість досліджень, присвячених вивченню продуктивності цих культур при різних рівнях родючості ґрунту. Таким чином, метою наших досліджень є аналіз впливу у польовій сівозміні, на врожайність культур сівозмінної ланки, таких як ячмінь ярий, соя і пшениця озима.

РОЗДІЛ 2.
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика ячменю ярого

Ярий ячмінь, класифікований у родині Poaceae та роді Hordeum, відноситься до самозапильних культур з колосовим суцвіттям, що складається з колосового стрижня і колосків. Коренева система має мичкувату структуру, є слаборозвиненою і володіє обмеженим рівнем засвоєння важкодоступних поживних речовин. Стебло вкрите соломиною і має вузли, розділені на міжвузля, кількість яких може сягати семи.

Виділяються два підвиди ярого ячменю: вульгаре (Hordeum vulgare) – шестирядний, та дистікум (Hordeum disticum) – дворядний, у якого лише середні колоски ростуть у трійках плодючих.

Ярий ячмінь виявляється маловимогливим до тепла, здатним проростати при температурі 1–2ºС, і його сходи та молоді рослини можуть витримувати заморозки до 3–4ºС, іноді до мінус 7–9ºС. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин під час вегетаційного періоду становить 18 ºС. При цьому слід зазначити, що ячмінь володіє великою стійкістю до високих температур і безпроблемно переносить 38–40 ºС.

Серед хлібів першої групи, ярий ячмінь проявляє найвищу стійкість до посухи та вологи. Транспіраційний коефіцієнт ячменю становить близько 403 і коливається в межах від 300 до 450. Для успішного проростання ячменю потрібно приблизно 45–50 % води від його сухої маси. У період початкової вегетації у ячменю коренева система розвивається недостатньо ефективно, що призводить до поганої толерантності рослин до весняної посухи.

Таким чином, необхідно вчасно проводити сівбу, оскільки це може призвести до нерівномірного проростання зерна і розрідженості посівів. Ячмінь проявляє велику чутливість до надмірної вологи ґрунту, і його ріст погіршується на легких і піщаних ґрунтах. Щодо своєї фотоперіодичності, ячмінь ярий відноситься до рослин довгого світлового дня. Серед інших ярих

зернових культур, він вирізняється коротким періодом вегетації, при чому деякі сорти досягають стиглості за 75 днів. Середня тривалість вегетаційного періоду ячменю становить 90–105 днів [39].

2.2 Ботанічна і біологічна характеристика сої

Соя (Glýcine máxima L.) – Соя належить до роду, який, за даними F.J.Herman (1962), поділяється на три підроди (submenus) Leptocyamus, Glycine і Soja. За свідченням П.М.Жуковського, рід Glycine об'єднує 10 видів.

Коренева система сої стрижнева. Головний корінь порівняно короткий, від нього у верхній частині відходить велика кількість довгих бічних корінців, які становлять близько 60 % маси кореневої системи. Корені можуть проникати на глибину до 2 м. Основна маса коріння знаходиться в орному шарі ґрунту.

Сходи мають дві сім'ядолі, які під час проростання насіння виходять на поверхню ґрунту, що обмежує глибину загортання насіння.

Стебло прямостояче, сильно розгалужене, опушене. Залежно від того, під яким кутом відхиляються гілки від головного стебла, кущ буває стисну ний, напіврозлогий, розлогий.

Листки складні трійчасті, опушені.

Квітки дрібні, майже без запаху, віночок білого або фіолетового кольору, на коротких квітконіжках, розміщуються в пазухах листків. Соя – самозапильна рослина, квітки розкриваються після запліднення.

Боби прямі, зігнуті або проміжні, різної величини (3-6 см). Забарвлення світле, коричневе, буре, містять 2-3 насінини. Висота прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту- від 2-3 до 20-25 см. Вся рослина сої (стебло, листя, плоди) опушена. Забарвлення опушення рудувато-біле. Glycine hispida - з грецької мови: глікос - солодкий, а гіспіда - опушена.

Насіння жовте, коричневе, чорне і зелене. За формою кулясте, овальне, видовжене. Маса 1000 насінин від 50 до 425 г. Сім'ядолі жовті або зелені. Вони становлять близько 90% маси насінини [39].

2.3 Ботанічна і біологічна характеристика пшениці озимої

В наших дослідах вирощували озиму пшеницю, яка відноситься до родини Poaceae та має ботанічну назву Triticum aestivum, в різновидності лютестенс [39]. Характеризується мичкуватою кореневою системою, ланцетоподібними листками, суцвіттям у вигляді колоса та плодом у формі зернівки.

Озима пшениця виявляє високу холодостійкість, починаючи проростати при температурі 1–20°С, з оптимальною температурою проростання від 15 до 18°С. Високі температури вище 25°С можуть спричинити серйозне ураження зерна та проростків грибковими захворюваннями, особливо при недостатній вологості ґрунту. Зимою озима пшениця витримує пониження температури на глибині вузла кущення до мінус 15–18°С, а холодостійкі сорти можуть витримувати до мінус 20°С.

Стійкість озимої пшениці до низьких температур під час зимівлі залежить від рівня розвитку рослин, умов закалювання, вологості верхніх шарів ґрунту та інших факторів. Найбільш виражена стійкість до низьких температур виявляється у фазі кущення. Озима пшениця добре переносить високі температури, і короткочасне підвищення до 25–40°С при достатній вологості ґрунту не завдає їй значної шкоди. Найсприятливіші умови для росту та розвитку озимої пшениці визначаються вологості ґрунту, яка не повинна опускатися нижче 75–80% повної вологоємності. Транспіраційний коефіцієнт пшениці в середньому становить 350–400; на удобрених ділянках трошки знижується, а на неудобрених – збільшується.

Озима пшениця має підвищені вимоги до вмісту поживних речовин у ґрунті, зокрема азоту. Додаткове фосфорно-калійне живлення на початку вегетації сприяє покращенню розвитку кореневої системи та нагромадженню цукрів у рослинах, що значно підвищує їхню зимостійкість. Внесення азотних добрив під час весняного підживлення сприяє активному відростанню пшениці після зимування.

Ґрунти, на яких вирощується озима пшениця, повинні мати нейтральну реакцію та високу родючість. У нормальних погодних умовах, період осінньої вегетації озимої пшениці триває 45–50 днів. Рослини, які переросли осінню, більше пошкоджуються під час зимування. Весною, при підвищенні температури до 3–4°С, відновлюється вегетаційний процес озимої пшениці.

Характерною особливістю біології озимої пшениці є її здатність кущитися не тільки восени, але і весною, продовжуючи цей процес до виходу в трубку. Потім, через 25–26 днів, наступає фаза колосіння. Початок цього процесу залежить від строків посіву, погодних умов та сортових особливостей. Через 3–4 дні після колосіння настає фаза цвітіння, яка триває 7–10 днів. Від моменту запилення до дозрівання зерна період становить 25–30 днів. Формування і налив зерна триває в середньому 12–14 днів. Кінцева стадія цього процесу припадає на перехід до воскової стиглості, за яким слідує період набору необхідної маси зерна. Якість зерна підвищується до повної достигання в цей період.

2.4 Характеристика сортів досліджуваних культур

Характеристика сорту пшениці озимої Шестопалівка

Виробник: Приватне сільськогосподарське селекційно-дослідне підприємство «БОР».

Різновид еритроспермум. Стебло рослини вирізняється середньою товщиною, кущ проміжної або сланкої форми. Форма куща щільна. Колос великий (10–12 см), щільний, веретеновідний, білий, неламкий. Ості коротше колоса. Зерно велике, довге, забарвлення червоне.

Стійкість сорту Шестопалівка до хвороб та стресових факторів.

- Стійкість до вилягання – 8–9 балів
- Стійкість до осипання – 8–9 балів
- Стійкість до кореневі гнилі – 8–9 балів
- Стійкість до септоріоз – 8–9 балів
- Стійкість до фузаріозу – 8–9 балів

- Стійкість до бура іржа – 8–9 балів
- Стійкість до борошниста роса – 8–9 балів

Особливості технології вирощування. Норма висіву насіння 4,5–5,5 млн. схожих насінин на 1 га залежно від зони вологозабезпечення. Невибагливий до умов вирощування, попередників і строків сівби, має високу екологічну пластичність. З метою отримання високоякісного зерна потрібно проводити третє підживлення сухими азотовими туками чи позакореневе підживлення карбамідом N10–15 у фазі колосіння - молочна стиглість [40].

Характеристика ячменю ярого сорту Сталкер

Оригінатор Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук (UA). Рік реєстрації 1997 р.

Вегетаційний період складає 74–81 днів. Висота рослини – 75–100 см. Різновид нутанс. Дворядний тип колосу. Характеризується високою енергією початкового росту.

Сорт ячменю Сталкер виведений за програмою селекції на підвищену адаптивність до умов посушливого Степу. Є кращим в Україні для несприятливих умов вирощування.

Врожайність у виробничих умовах 55–70 ц /га.

Господарські та біологічні характеристики:

- Високо посухостійкість (9 балів) обумовлена генетично контрольованим показником СОД-s2 посухо-, соле– і кислотостійкості, що дає перевагу над іншими сортами в умовах екстремальної посухи.
- Стійкість до поширеним листостеблових захворювань на рівні 5-6 балів, до летючої та кам'яної сажок — 6–8 балів.
- Добра озерненість (16–26 зерен в колосі).
- Зерно крупне (маса 1000 зерен 50–55 г).

- Скоростиглий – 74–81 день.

Апробаційні ознаки: різновид nutans. Колос дворядний, середньої довжини (7–9 см), підвищеної щільності (11–12 члеників на 4 см колосового стрижня), не ламкий, звужується до вершин, солом'яно – жовтий. Остюки довгі, зазубрені, паралельні, тонкі, еластичні, солом'яно – жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска слабо зморшкувата, нервація добре виражена. Перехід квіткової луски в остюк поступовий. Основна щетинка зерна довго волосяна. Кущ напіврозлогий. Лист без опушення, вузький, темно – зелений. Висота рослин 75–100 см.

Норма висівання: ≈ 200 кг/га. Агротехніка звичайна для зони вирощування. Рекомендовано внесення добрив [40].

Характеристика сої сорту Ментор

В наших дослідженнях висівали сою ранньостиглого сорту – Ментор. Оригінатор: «Євраліс Семанс» Франція. Рік реєстрації 2013. Рекомендована зона вирощування: Лісостеп, Полісся, Степ. Сорт ранньостиглий, самозапильний, визріває за 105–115 діб, стійкий до вилягання, розтріскування бобів та ураження хворобами. Висота рослин 120–150 см, прикріплення нижнього бобу – 20–25 см. Маса 1000 насінин 163–195 г. В насінні міститься 40–42,8 % білка, 19–20,5 % олії. Потенційна врожайність 6,5 т/га

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика ґрунту

Дослідження проведено на полі ДП «ДГ «Зелені Кошари» Первомайського району Миколаївської області, розташованого на північному заході області, в степовій зоні України.

Рельєф поля являє собою вирівняне плато вододілу з пологими ($1–2^0$) схилами південно-східної та північно-західної експозиції.

Ґрунт поля – чорнозем звичайний на лесі. За ознаками близький до типових, але у зв'язку з дещо ослабленим процесом гумусоакумуляції потужність гумусованого горизонту менша. Карбонати залягають, починаючи з нижньої частини Н у вигляді білоочок, псевдоміцелію. Іноді в материнській породі зустрічається гіпс.

Чорноземи звичайні мають сприятливі для більшості рослин водно-фізичні властивості: водотривку зернисту структуру, що пов'язано з важким гранулометричним складом, високим умістом гумусу і насиченістю ГВК Ca^{2+} і Mg^{2+}; пухке складення (щільність 1.1—1,25 г/см^3); високу водопроникність, повітря- і вологоємність.

За гранулометричним складом чорноземи переважно суглинкові, у більшості підтипів відсутні помітні зміни мулистої фракції за профілем, лише в опідзолених існує невеликий її перерозподіл. Хімічний склад чорноземів характеризується рівномірним розподілом SiO2 та R2O3 за профілем, за винятком опідзолених. У Н-горизонті акумулюються N, P, S та інші біофільні елементи, більшістю ґрунти вилугувані від водорозчинних сполук. Гумусу в чорноземах багато, до 12%, гумусовий профіль прогресивно акумулятивний, склад гумусу гуматний, гумусові кислоти високо конденсовані, переважають їх фракції, пов’язані з Са, майже цілком відсутні вільні фульвокислоти. Максимальний вміст гумусу в чорноземах типових, на північ та на південь від зони їх розповсюдження кількість гумусу зменшується. [42].

Отже, властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження, і рельєф 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 даними метеопосту, що розташований в господарстві ДП «ДГ «Зелені Кошари» середньобагаторічна кількість опадів складає 633 мм, По агрокліматичному районуванню територія, що досліджується, характеризується помірно континентальним кліматом, м'якою малосніжною зимою, помірно спекотним літом, високою сумою позитивних температур та значною тривалістю безморозного та вегетаційного періодів. Досліджувана територія складена четвертинними відкладеннями – лесоподібними глинами та суглинками, що є грунтоутворюючими породами для чорноземів.

Від агрокліматичних характеристик залежить поживний, водний та тепловий режими ґрунтів, кількість біомаси, умови утворення та розкладання органічної маси, утворення та накопичення гумусу у ґрунті.

Характер розподілу опадів за періодами росту та розвитку рослин, визначає врожайність культур, що вирощуються на неудобрених ґрунтах. Зв'язок з погодними умовами у разі більш тісний. Добрива знижують цю залежність. Зазначається, що за гострого нестачі води добрива діють слабо або не мають жодного ефекту, а при певних умовах навіть шкідливо впливають на ріст і розвиток рослин. У нашій країні, у в регіоні досліджень, близько 80 % посівних площ зосереджено в зонах недостатнього і не стійкого зволоження, де з усіх факторів росту та розвитку рослин найчастіше має місце нестача вологи у ґрунті.

Врожайність культур та сезонні зміни властивостей ґрунту на 50 – 70 % визначаються кліматичними факторами.

Кліматичні умови надають багатоплановий та багатосторонній вплив на систему ґрунт – рослина – добрива, визначають закономірність перетворень добрив у ґрунті.

Господарство розміщене в центральній частині Первомайського району Миколаївської області, у геоморфологічному відношенні територія є плоскою поверхнею, слабонахиленою зі сходу на захід і північний захід . Характерним елементом її рельєфу є рівнина з численними зниженнями – западинами.

Безморозний період триває 180 – 210 днів. Середньомісячна температура січня – мінус 6 оС, липня – 23 оС. Осінні та весняні заморозки наступають у других декадах жовтня та квітня. За роки досліджень середньомісячна температура липня становила 25,4 оС, що вище за середньо багаторічну Температура повітря окремими днями підвищувалася до 38 – 42 °С.

За період активної вегетації культур випадає 243 мм (50 %) короткочасних, переважно злив, зимові опади спостерігаються у вигляді снігу, але сніговий покрив нестійкий. В осінньо-зимовий період ґрунт добре зволожується. За вегетаційний період випаровування коливається від 549 до 732 мм. Оптимальні ж умови зволоження для сільськогосподарських культур створюються тоді, коли вона становить 206 – 386 мм.

Середньорічна кількість опадів близька до середнього багаторічного рівнем, але в окремі роки їх недостатньо і розподілені вони нерівномірно, що негативно позначалося на формуванні врожаю просапних культур. Для них визначальне значення мають опади весняних місяців – для отримання сходів та літніх – для компенсації витрати вологи на випаровування її рослинами.

Зима помірно м'яка, середня температура січня – –4,5…–6,5 °С. Мінімальна температура може бути –20 °С. До 90 днів нараховується із середньою добовою температурою повітря вище 20 °С.

Табл. 1

Середньобагаторічні дані основних метеорологічних показників (за даними метеопосту)

Показники	Місяці					
	01	02	03	04	05	06
Температура, ^{0}C	-5,1	-4,3	2,1	9,4	15,8	18,8
Опади, мм	42	39	35	37	46	61
Відносна вологість повітря %	87	83	81	66	57	60
Показники	Місяці					
	07	08	09	10	11	12
Температура, ^{0}C	21,1	20,5	15,1	8,6	2,0	-2,1
Опади, мм	56	39	37	33	42	47
Відносна вологість повітря %	58	59	63	74	84	86
За рік						
Температура, ^{0}C	8,6 (середня)					
Опади, мм	513 (сума)					
Відносна вологість повітря %	71,5 (середня)					

Отже, в цілому кліматичні умови були сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі і ячменю ярого, сої, пшениці озимої, які при дотриманні всіх елементів технології їх вирощування, забезпечують отримання стійких урожаїв. Погодні умови, що склалися в період проведення наших досліджень, могли мати істотний вплив на ефективність внесених добрив, урожайність і якість культур досліджуваної ланки сівозміни.

3.3 Схема досліду

Досліди з вивчення продуктивності культур сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–озима пшениця за мінеральної системи удобрення проводили в умовах ДП «ДГ «Зелені Кошари» Первомайського району Миколаївської області.

Схема досліду включає чотири варіанти і наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

Схема досліду з удобренням культур сівозмінної ланки

№	Дози добрив під		
	ячмінь ярий	сою	пшеницю озиму
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)
2	$N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$
3	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$
4	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$

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

Для закладання досліду використовували аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Добрива вносили під основний обробіток ґрунту і в підживлення.

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.

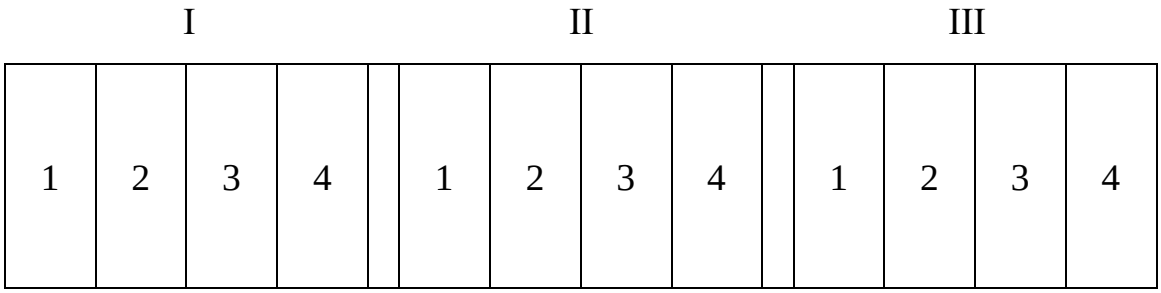


Рис. 1. **Схема розміщення варіантів у досліді**

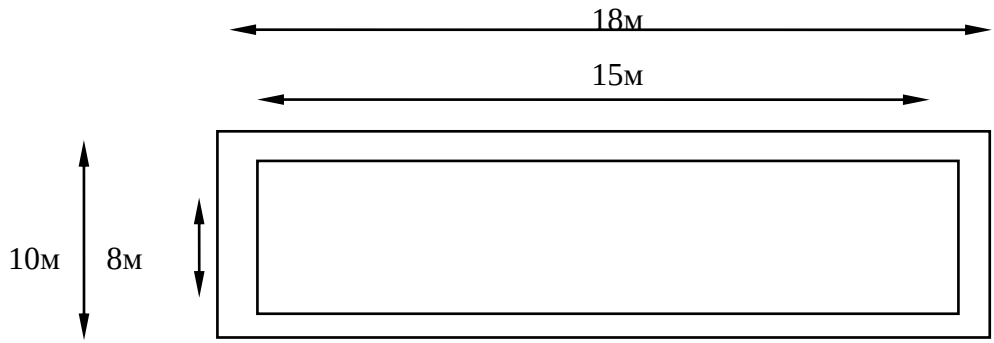


Рис. 2. **Форма і розміри ділянок досліду**

3.4 Агротехніка вирощування культур сівозмінної ланки в досліді

Ячмінь ярий вирощували в польовій сівозміні після кукурудзи.

Після збирання попередника проводили оранку на глибину 22–24 см, трактором Т-150К + ПЛН–5-35.

Основне завдання передпосівного обробітку ґрунту під ячмінь 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 Т-150К + С-11 + БЗСС-1,0, передпосівну культивацію агрегатом Т-150К + 2КПС-4,2 + 8БЗСС-1,0.

Протруєння насіння проводилось за 2–3 дні до сівби вітаваксом 2 кг/т. Сівбу проводили агрегатом МТЗ-80 + СЗТ-3,6. В період вегетації в фазу колосіння провели обприскування з внесенням інсектициду і фунгіциду проти шкідливої черепашки, трипсів і борошнистої роси баковою сумішшю: Волатон, 50% к.е. (1,5 л/га) + Байлетон, 25% з.п. (0,5 кг/га). Обробка посівів проводилась агрегатом у складі ЮМЗ-6Л + ОПШ-1500. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.

Збір врожаю проводився комбайном CLAAS, прямим комбайнуванням.

Сою розміщували у сівозміні після ячменю ярого. Основний обробіток ґрунту починали з лущення дисковим лущильником ЛДТ-15 (вслід за збиранням попередника) на глибину 6–8 см, вдруге на 10–12 см при появі сходів бур'янів.

У першій половині жовтня проводили зяблеву оранку на глибину 22–25 см. плугами ПЛН –5–35.

Весною, як тільки грунт перестає липнути, обробіток починали з боронування і вирівнювання поля під кутом до напрямку оранки. Обов'язковим прийомом технології є вирівнювання поверхні ґрунту, яке необхідне для рівномірного загортання насіння внесення гербіцидів і доброякісного збирання врожаю. Вирівнювання проводили планувальниками П-4 з повним набором шлейф-борін.

Перед сівбою проводили культивація на глибину 5–7 см КПС-4. Важливою умовою вирощування сої є застосування ефективних гербіцидів, які в поєднанні з агротехнічними заходами майже повністю очищають поля від бур'янів і тим самим ліквідовують потребу в ручних прополюваннях. Так, в господарстві перед сівбою проводили внесення гербіциду трефлану 6 кг/га з наступною його заробкою. Приготування робочої суміші проводили СТК-5, підвезення до агрегату і заправка його здійснювалася за допомогою бочки ЗЖВ-3,2. Внесення гербіциду проводили ОПШ-15. Повторний обробіток проводили по сходах культури у фазі 2–3 листків і появи одно- і дводольних

бур'янів. Обприскування проводили базаграном 2 кг/га, витрата робочої рідини 250–300 літрів на гектар.

Сіяли доброякісне насіння районованого сорту Ментор, відсортоване і вирівняне за розміром. Для знезараження від збудників хвороб за 2–4 тижні до сівби обробляли фундазолом 2 кг/т.

Сівбу сої починали, коли грунт на глибині загортання насіння, прогрівався до 10–12 ^{0}С і спостерігалася тенденція підвищення температури, що буває звичайно в кінці квітня – на початку травня. Оптимальна глибина загортання насіння 4–5 см, польова схожість 81,7%. Сою сіяли широкорядним способом з міжряддям 45 см.

Сіяли сою буряковою сівалкою ССТ-12Б з пристроями ЕСТЯ-31,000.

Важливою умовою є дотримання прямолінійності рядків, оптимальної швидкості руху посівного агрегату, рівномірності висіву сошниками, повної глибини загортання насіння. Після посіву проводили прикочування ґрунту.

Павутинного кліща, акацієву вогнівку, бульбочкових довгоносиків, совок знищували обприскуванням посівів сої золоном 2,5 кг/га або Бі–58 новим, 40% к.е. – 1 л/га через 8–10 днів після цвітіння.

Збирали сою після опадання листків, в фазі повної стиглості, при вологості насіння 14% і нижче прямим комбайнуванням. Оскільки у сої боби розміщуються близько від поверхні ґрунту, насіння високо-гігроскопічне, то жатки встановлювали на найнижчий зріз, швидкість руху комбайна не перевищувала 3–4 км/год, а частота молотильного барабана 600 обертів за хвилину.

Насіння очищали на потокових лініях, обладнаних зерноочисними машинами попереднього очищення ЗАВ–20.

Очищене зерно зберігали шаром не більше ніж 1,5 м та мішках при вологості не вищій за 14%.

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 кукурудзи на силос полягає у тому, щоб позбавити життєдіяльності надземні і підземні органи зібраної культури та створити умови для розкладання органічної речовини. Основний обробіток розпочинається відразу після збирання попередника і включає в себе лущення в два сліди, культивацій 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 арріво (0,20–0,25 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 CLAAS.

3.5 Методика проведення досліджень

Основна мета проведених досліджень – визначити вплив різних норм добрив на продуктивність культур сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–озима пшениця, 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 млн., ячменю ярого – 4,5 млн. схожих зерен на гектар, сої – 90 кг/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.

У рослинних зразках визначали:

– вміст білка в зерні ярого ячменю – на універсальному аналізаторі зерна “Infratek – 1229” (фірма “Текатор”, Швеція);

– об’ємну масу (натуру) зерна – за допомогою літрової пурки (ГОСТ 10840–64);

– масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89;

Рослини відбирали і готували до аналізів загальноприйнятими в агрохімії методами.

Агрохімічні аналізи зразків ґрунту і рослин проводили в агрохімічній лабораторії масових аналізів.

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

Облік урожайності сої проводили шляхом обліку маси зерна з кожної ділянки після обмолоту.

Економічну ефективність добрив визначали розрахунковим методом за нормативною технологічною картою.

Написання та оформлення дипломної 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 [9].

Внаслідок незбалансованого внесення та виносу органічних речовин щорічно витрачаємопонад 18 млн. т гумусу, що становить разом з втратами від ерозії близько 1100 кг з одного гектара [12].

Наші дослідження показали, що застосування різних доз мінеральних добрив в сівозміні має значний вплив на вміст гумусу в ґрунті (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на вміст гумусу в ґрунті під ячменем ярим (2023 р.), **%**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
	0–20	20–40
Без добрив (контроль)	2,86	2,70
$N_{20}P_{20}K_{20}$	3,16	2,89
$N_{40}P_{40}K_{40}$	3,27	3,00
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,36	3,07

Як видно з таблиці 3, найбільше зниження вмісту гумусу пройшло на ділянках без внесення добрив – до 2,86% у шарі ґрунту 0–20 см. За низьких доз добрив він зберігався на більш високому рівні – 3,16%. За високих доз внесення доз добрив у польовій сівозміні 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 3,7 т/га.

Дослідженнями встановлено, що зміни вмісту гумусу 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 2,70–3,08%, що на 0,15–0,39 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 3,36%.

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, якщо перед закладкою досліду показник pH_{KCl} в орному шарі ґрунту становив 6,3, тобто був слабо кислим, то після внесення високих доз мінеральних добрив став середньо кислим (pH_{KCl} = 5,6) (таб. 4). 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 4

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на ступінь кислотності ґрунту (2023 р.), **pH_{KCl}**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	5,4	5,5	6,1
$N_{20}P_{20}K_{20}$	5,3	5,3	5,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$	5,1	5,3	5,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,0	5,3	5,6

В шарах грунту 20–40 і 40–60 см кислотність була нижчою – відповідно показник pH_{KCl}=5,3–5,5 і 5,5–6,0 залежно від варіанту досліду. Найбільш кислим ґрунт був за високих доз добрив мінеральної системи удобрення та на ділянках без добрив. У шарі грунту 40–60 см показник pH_{KCl}= 5,6–6,1 залежно від варіанту досліду, тобто ступінь кислотності була слабо кислою. Проте і в цьому шарі, в який добрив не вносили і він не піддавався механічному обробітку, за мінеральної системи удобрення відбулося більш інтенсивне підкислення грунту.

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 грунту. Зменшення вмісту в ґрунті суми ввібраних основ знижує врожай сільськогосподарських культур, що пов’язано з підкисленням грунту, зниженням доступності для рослин форм основних елементів живлення, затуханням біологічної активності і погіршенням його фізико-хімічних властивостей.

Дослідженнями встановлено, тенденції змін насиченості грунту основами були аналогічні змінам ступеню кислотності ґрунту (табл. 5).

Залежно від шару ґрунту та варіанту досліду вона становила 19,8–23,3 смоль/кг і була найнижчою у шарі грунту 0–20 см за високих доз добрив мінеральної системи удобрення.

Таблиця 5

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на насиченість ґрунту основами (2023 р.), **смоль/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	21,6	22,6	23,3
$N_{20}P_{20}K_{20}$	20,9	21,8	22,4
$N_{40}P_{40}K_{40}$	20,3	21,1	21,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,8	20,7	21,6

Збереженню основ в ґрунті сприяє внесення гною. Він також згладжує негативну дію на ґрунт мінеральних добрив при їх спільному застосуванні у польовій сівозміні. Значна роль у розподілі основ по профілю ґрунту належить вимиванням їх з орного у нижчі шари ґрунту.

На чорноземі звичайному 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 грунту є вміст потенційно доступного для рослин азоту, тобто зі сполук, що лужно-легкогідролізується.

На час закладки досліду чорнозем звичайний містив 47 мг/кг азоту сполук, що легкогідролізуються (за методом Тюріна – Кононової). Відповідно до прийнятої градації – це середній рівень забезпеченості рослин азотом. Проведені дослідження показали, що забезпеченість рослин азотом в варіанті без добрив стала низькою, в межах 78 мг/кг у шарі грунту 0–20 см (за методом Корнфілда) (табл. 6).

При цьому необхідно зазначити, що найвищий вміст сполук азоту, що

лужногідролізується був у варіантах з високими дозами внесення добрив за мінеральної системи удобрення – забезпеченість середня.

Таблиця 6

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на вміст у ґрунті азоту сполук, що лужногідролізуються під ячменем ярим (2023 р.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	78	75	63
$N_{20}P_{20}K_{20}$	93	93	89
$N_{40}P_{40}K_{40}$	113	97	91
$N_{60}P_{60}K_{60}$	127	103	91

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 легкогідролізується 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 звичайному 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. 7).

Так, у варіантах з високими дозами їх внесення, вміст рухомих фосфатів у шарі ґрунту 0–20 см підвищувався майже 2,6 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 7

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на вміст у ґрунті рухомих форм фосфору (2023р.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	96	74	73
$N_{20}P_{20}K_{20}$	150	102	82
$N_{40}P_{40}K_{40}$	211	153	110
$N_{60}P_{60}K_{60}$	257	195	122

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 за мінеральної системи удобрення – відповідно 195 мг/кг. Необхідно також зазначити, що навіть при низьких дозах внесення добрив створювалась також висока забезпеченість рослин фосфором з шару 20–40 см.

Отже, можна зробити висновок, що фосфатна складова родючості ґрунту досить добре піддається регулюванню шляхом внесення як органічних, так і 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 (0–20 см), а й в наступному шарі ґрунту 20–40 см (табл. 8). Збільшення вмісту рухомих форм калію в шарі ґрунту 40–60 см значною мірою пояснюється переміщенням сюди добрив під час періодичного проведення глибокої оранки та промиванню.

Таблиця 8

Вплив застосування добрив у польовій сівозміні на вміст у ґрунті рухомих форм калію (2023 р.), **мг/кг**

Варіант досліду	Шар ґрунту, см		
	0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	79	74	63
$N_{20}P_{20}K_{20}$	108	76	73
$N_{40}P_{40}K_{40}$	163	99	89
$N_{60}P_{60}K_{60}$	191	126	94

Відповідно до прийнятої градації забезпеченість рослин калієм з шару ґрунту 0–20 см була низькою у варіанті без добрив. Шар ґрунту 20–40 см також характеризувався підвищеним вмістом рухомих його форм, 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 звичайному вміст рухомих форм калію в ґрунті значною мірою залежить від доз внесення добрив. І природні темпи поповнення цього елементу відстають від виносу калію врожаями культур, що потребує поповнення його рухомих форм у ґрунті за рахунок добрив.

4.2 Вплив добрив на продуктивність культур сівозмінної ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима

Ячмінь ярий від інших зернових культур відрізняється коротким періодом поглинання поживних речовин з ґрунту. Особлива потреба його до умов живлення визвана також повільним розвитком кореневої системи на початку росту, яка до того ж відзначається слабкою здатністю засвоєння

важкодоступних форм елементів живлення і формування в короткий строк колоса – 8–12 днів після з'явлення сходів. Ці біологічні особливості визначають підвищену потребу даної культури до умов живлення на початку вегетації. Наприкінці кущіння рослини засвоюють близько половини азоту та фосфору і дві третіх калію від загальної потреби. Компенсація недостачі елементів живлення в наступні фази не забезпечує ефекту. Отже, для одержання високих урожаїв дуже важливо, щоб ячмінь був забезпечений всіма необхідними поживними речовинами в перші фази онтогенезу [35].

В умовах дефіциту органічних добрив і неповного задоволення мінеральними добривами сільськогосподарського виробництва, досягнення оптимального забезпечення рослин поживними речовинами повинно супроводжуватися найбільш ефективним їх використанням.

Зміна родючості ґрунту під впливом тривалого застосування мінеральних добрив, відповідно впливала на урожайність культур ланки сівозміни ячмінь ярий–соя–пшениця озима (табл. 9).

Аналіз урожайності культур ланки сівозміни показує, що найбільш продуктивні агрофітоценози формуються при вирощуванні їх за інтенсивними технологіями, в яких використовується сумісне застосування мінеральних та органічних добрив. Рівень їх ефективності змінювався залежно від дози внесених добрив.

Таблиця 9

Вплив добрив на врожайність культур ланки сівозміни ячмінь ярий–соя–пшениця озима, 2023 р**.**

Ячмінь ярий		Соя		Пшениця озима	
Варіант	ц/га	Варіант	ц/га	Варіант	ц/га
Без добрив (контроль)	35,8	Без добрив (контроль)	18,6	Без добрив (контроль)	47,2
$N_{20}P_{20}K_{20}$	43,9	$N_{30}P_{60}K_{60}$	25,3	$N_{40}P_{40}K_{40}$	53,2
$N_{40}P_{40}K_{40}$	49,8	$N_{60}P_{60}K_{60}$	27,9	$N_{80}P_{80}K_{80}$	58,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	52,0	$N_{60}P_{90}K_{90}$	29,4	$N_{120}P_{120}K_{120}$	61,0
$НІР_{05}$	2,2	$НІР_{05}$	1,6	$НІР_{05}$	2,5

Зміна параметрів родючості ґрунту під впливом удобрення істотно впливало на рівень і динаміку врожайності досліджуваних культур. Отримані дані свідчать про те, що максимальну врожайність ячменю ярого забезпечив варіант із внесенням високих доз мінеральних добрив. Пшениця озима, яка на цьому варіанті удобрення через велику кількість опадів в період весняної вегетації полягла і не сформувала належного колосу, мала найнижчу врожайність серед удобрених варіантів досліду. Схожа тенденція проявлялась також у сої. Це також можна пояснити великою кількістю вегетативної маси ячменю ярого в попередньому році, що спричинила випадання рослин конюшини під покривною культурою. При застосуванні низьких норм добрив за мінеральної системи удобрення, урожайність ячменю була на рівні 43,9 ц/га, що на 8 ц/га перевищувала варіант без добрив. Соя у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ сформувала найвищу врожайність в досліді – 30,4 ц/га зерна. Найвищу врожайність пшениці озимої – 61,0 ц/га ми отримали у варіанті $N_{120}P_{120}K_{120}$, що перевищувало контроль на 13,8 ц/га.

Отже, варіант з внесенням високої дози повного мінерального добрива за мінеральної системи удобрення мав неоднаковий вплив на рівень урожайності культур сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–пшениця озима. У цьому варіанті удобрення найвищу врожайність в досліді сформував ячмінь ярий при внесенні ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 52,0 ц/га. Найбільш продуктивні посіви сої були у варіанті з внесенням середніх доз мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) під культуру – 29,4 ц/га, а також в пшениці озимої при середніх нормах удобрення ($N_{80}P_{80}K_{80}$) – 58,7 ц/га. Подальше підвищення дози добрив під сою і пшеницю озиму забезпечувало не істотний приріст врожаю.

З метою оцінки сумарної продуктивності культур сівозмінної ланки, урожайність ячменю ярого, сої, пшениці озимої перерахували в зернові одиниці. Як показали розрахунки, умовний збір зернових одиниць залежить від інтенсивності удобрення культур у сівозміні (табл. 10).

Таблиця 10

Продуктивність сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя– пшениця озима,

ц зерн.од./га, 2023 р.

Ячмінь ярий		Соя		Пшениця озима		Середнє в ланці сівозміни
Варіант	ц зерн. од./га	Варіант	ц зерн. од./га	Варіант	ц зерн. од./га	
Контроль	28,6	Контроль	33,5	Контроль	47,2	36,4
$N_{20}P_{20}K_{20}$	35,1	$N_{30}P_{60}K_{60}$	45,5	$N_{40}P_{40}K_{40}$	53,2	44,6
$N_{40}P_{40}K_{40}$	39,8	$N_{60}P_{60}K_{60}$	50,2	$N_{80}P_{80}K_{80}$	58,7	49,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	41,6	$N_{60}P_{90}K_{90}$	52,9	$N_{120}P_{120}K_{120}$	61,0	51,8

Вихід зернових одиниць культур ланки сівозміни з одного гектара в середньому підвищувався по мірі збільшення дози мінеральних добрив. Проте істотне зростання приросту умовного виходу зернових одиниць спостерігалося лише до середнього рівня мінеральних добрив у сівозміні. Встановлено, що подальше збільшення норм добрив знижувало умовний приріст виходу зернових одиниць з одного гектара в ланці сівозміни. Причиною цьому став низький рівень приросту урожайності культур за високих норм мінеральних добрив. Найвищий умовний вихід зернових одиниць з 1 га одержано при застосуванні високих доз мінеральних добрив під культури ланки сівозміни – 51,8 ц зерн.од./га, де приріст умовного виходу зернових одиниць в середньому у сівозмінній ланці був 15,4 ц/га.

Отже, для одержання найвищої продуктивності сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–пшениця озима 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 ячменю, сої і пшениці озимої, його можна розглядати в 3-х аспектах в залежності від напряму спеціалізації господарства, тобто які корма йому необхідні.

РОЗДІЛ 5.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В СІВОЗМІННІЙ ЛАНЦІ ЯЧМІНЬ ЯРИЙ–СОЯ– ПШЕНИЦЯ ОЗИМА

Для усестороннього обґрунтування застосування мінеральних добрив проводять енергетичний розрахунок отриманих результатів.

Досить актуальними постають питання в умовах сучасного землеробства, пов'язані з мінімалізацією енергетичних витрат при вирощуванні сільськогосподарської продукції. Сучасні агротехнології мають забезпечити енергетичну стабільність ґрунтів, тим самим, зберігаючи їх енергетичний потенціал для майбутніх поколінь, і досягти за цих умов мінімальних енергетичних витрат на отримання одиниці продуктивності [45].

Найбільш вагомим елементом агротехнологій, який впливає на перебіг енергетичних потоків в агроекосистемах, регулює інтенсивність процесів фотосинтезу, визначає їхню енергетичну ефективність є система удобрення. Вибір системи удобрення дозволяє нормувати обсяги надходження енергії в ґрунт, впливає на її перерозподіл та зберігання [46].

Метою досліджень було вивчення енергетичної ефективності різних норм застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні.

В дослідженнях, які проводили на чорноземі звичайному, за основу енергетичної оцінки застосування добрив було взято коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), який є узагальнюючим показником і відображає співвідношення енергоємності врожаю до витрат енергії на його отримання. Проведені розрахунки свідчать, що, в середньому по ланці сівозміни ячмінь ярий – соя – пшениця озима, найбільш високий коефіцієнт енергетичної ефективності був у варіанті без внесення добрив (табл. 11). Середня енергоємність врожаю культур сівозмінної ланки коливалась в межах 50,6 – 62,3 ГДж/га, і найвищою була у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Таблиця 11

Енергетична ефективність вирощування культур сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–пшениця озима при внесенні мінеральних добрив у сівозміні, % (2023 р.)

Внесено на 1 га ланки сівозмінної площі	Показник		
	Енергоємність врожаю, ГДж/га	Енерговитрати на 1 га, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
Без добрив (контроль)	51,7	18,3	2,8
$N_{30}P_{40}K_{40}$	59,8	21,2	2,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	63,4	25,8	2,4
$N_{80}P_{90}K_{90}$	64,9	30,7	2,1

Застосування добрив забезпечило зростання енергоємності врожаю вирощуваних культур порівняно з контролем в середньому по культурах ланки сівозміни на 11 ГДж/га, при цьому технологічні витрати зросли на 7,6 ГДж/га. Внесення добрив було енергетично виправданим, проте ефективність енергетичної віддачі від їх застосування була різною і залежала від норм удобрення.

Енергетичний аналіз показав, що за низьких норм удобрення ($N_{30}P_{40}K_{40}$) на 1 га ланки сівозмінної площі) енергоємність врожаю в середньому по культурах ланки сівозміни зросла відповідно до контролю на 8,1 ГДж/га, енерговитрати – на 2,9 ГДж/га сівозмінної площі. На один ГДж додаткових енерговитрат на внесення мінеральних добрив приріст енергоємності врожаю в середньому по культурах сівозмінної ланки становив 1,64 ГДж. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності застосування добрив знизився.

Найбільші енергозатрати були у варіантах з високими нормами добрив: $N_{80}P_{90}K_{90}$ – 30,7 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності, порівняно з контролем, знизився у цьому варіанті на 0,7, що можна пояснити більш швидким зростанням технологічних енерговитрат, порівняно з темпами росту

енергії врожаю. У варіанті де насиченість сівозміни становила $N_{60}P_{60}K_{60}$, коефіцієнт енергетичної ефективності був – 2,4.

Найбільш енергетично ефективною нормою удобрення культур сівозмінної ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима, яка забезпечила найвищу енергоємність культур (59,8 ГДж/га сівозмінної площі) на фоні помірних енерговитрат (21,2 ГДж/га), була найменша норма мінеральних добрив ($N_{30}P_{40}K_{40}$). Коефіцієнт енергетичної ефективності 2,8. Внесення вищих норм добрив забезпечувало зниження коефіцієнта енергетичної ефективності врожаю культур сівозмінної ланки до 2,1. Причиною цього було паралельне зростання енерговитрат до 30,7 ГДж/га, що призвело до падіння коефіцієнта енергетичної ефективності.

Отже, з погляду енергетичної ефективності найбільш доцільним є застосування низьких норм мінеральних добрив у сівозміні під культури ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима, енергоємність врожаю яких найвище окуповує енерговитрати на застосування добрив.

РОЗДІЛ 6.

ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

За сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур застосовується комплекс сільськогосподарської техніки, різноманітність форм мінеральних добрив і засобів захисту рослин, що сприяє підвищенню врожаїв культури з одного боку, але з другого боку виникають умови праці при яких вимагається застосовувати певні засоби захисту працюючих від шкідливих і небезпечних виробничих факторів [47].

Організація охорони праці під час внесення мінеральних добрив має свої особливості, вони пов'язані з видами і формами добрив, які застосовуються в польовій сівозміні.

Аміачна селітра сильно гігроскопічна. Має місцеву подразнюючу дію на слизові оболонки та шкіру, викликає сверблячку, почервоніння, залишає помітне потовщення шкіри і почервоніння її на тильному боці зап'ясть та передпліччях. При попаданні в рани або тріщини, викликає пекучій біль. Через можливість вибуху селітру не рекомендується зберігати поблизу бавовняного волокна, нафтопродуктів, соломи, торфу, сірки і інших органічних матеріалів.

Суперфосфат простий гранульований, його дія на організм залежить від фосфорного ангідриду і вільної фосфорної кислоти. Вдихання фосфорного ангідриду може викликати запалення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, трахей, бронхів. Пари фосфорної кислоти спричиняють сухість у горлі і носі, можуть викликати носові кровотечі. Подразнення спостерігається також при попаданні пилу в очі. Суперфосфат має подразнювальну дію і може викликати опіки, викликає запальні процеси шкіри. Можуть шкідливо діяти на організм людини і домішки фтору в ньому, спричинюючи зміни у кістковій тканині і катаральний гастрит, захворювання печінки і нирок.

Калійна сіль і хлористий калій – дрібнокристалічні порошки, можуть викликати захворювання шкіри, слизової оболонки, очей.

Особлива увага приділяється правилам особистої гігієни під час внесення мінеральних добрив. Заправка розкидачів і сівалок добривами проводиться лише на спеціально відведених поворотних смугах поля після повної зупинки агрегату.

Внесення мінеральних добрив під культури польової сівозміни спричиняє виділення шкідливих газів. Так, аміак, що виділяється з аміачної селітри сприяє виникненню запалення верхніх дихальних шляхів. А такі види добрив, як суперфосфат і хлористий калій викликають подразнення слизової оболонки носа і очей. Якщо посів проводити в сухий ґрунт, то працівники знаходяться в умовах підвищеної запиленості повітря. Працівникам під час обслуговування посівних агрегатів доводиться адаптуватися до коливань атмосферних факторів: температури повітря, вологості, швидкості вітру. Температура повітря може знижуватись нижче $+10^0$C або підніматись вище 25-29^0C. В кабіні трактора, в наслідок роботи двигуна, температура підвищується до 30-35^0C. В таких умовах швидко настає фактор стомлення організму [48]. Особлива шкідливість для осіб, які обслуговують агрегати для внесення добрив створюється від дії загальної вібрації.

Крім шкідливих факторів зустрічаються ще й особливо небезпечні виробничі фактори – це схил поверхні поля понад 16 градусів. В таких умовах потрібно правильно вибрати напрямок руху агрегату.

Технічні небезпеки створюються тоді, коли на обертових частинах і передачах відсутні захисні кожухи. 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.

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 використовують розкидач мінеральних добрив РУМ-5, який агрегатується з трактором МТЗ-80.

Технічний стан агрегатів перевіряється і допускаються вони до роботи, якщо відповідають вимогам ГОСТу. Машини для внесення мінеральних добрив мають бути обладнані пристроями для керування із кабіни трактора.

Роботи з внесенням добрив потрібно проводити у ранкові часи за безвітряної погоди. До роботи допускають робітників, які пройшли медичний огляд. Потім з ними проводять інструктаж, згідно вимогами „Типового положення про порядок навчання, та перевірку знань з питань охорони праці НПАОП 0.00–4.12–05”. Агроном або бригадир пояснюють, які небезпечні ситуації можуть виникати та як їм запобігати в процесі робіт [49].

Перед початком роботи поле оглядають та підготовляють його. Відмічають місце для відпочинку і прийняття їжі механізаторів, воно повинне знаходитися з підвітряної сторони і повинне бути забезпечене питною і технічною водою. Проводиться холосте прокручування агрегатів. Перед початком роботи обов’язково подається звуковий сигнал. Ситуація травмування працівника виникає внаслідок недостатньої трудової дисципліни або порушення правил безпеки. Враховуючи реальні умови і небезпечні та шкідливі виробничі фактори роботу потрібно організовувати так, щоб уникнути їх дії на організм людини і усунути небезпечні ситуації. З цією метою потрібно при виконанні робіт під час внесення мінеральних добрив провести ряд організаційних заходів з охорони праці.

Перед початком робіт проводиться повторний або первинний інструктажі, згідно з вимогами „Типового Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці”. До роботи на обслуговування агрегатів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання та мають спеціальне посвідчення. Обов’язково після проведення інструктажів

проводиться перевірка знань. Всі працівники перед початком роботи направляються на проходження медогляду.

Посівні агрегати, трактори і сільськогосподарські машини допускаються до роботи, якщо вони забезпечені засобами для гасіння пожежі, основним є вогнегасник вуглекислотний і відповідають вимогам ДСТ12.2.019-86 ССБТ та заводській інструкції.

Всі працівники забезпечуються спецодягом, відповідно до ”Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття і запобіжних пристосувань”. Для захисту органів дихання видаються респіратори марки РУ-60М з патронами А, для захисту очей – окуляри марки ПО – 1, ПО – 2.

Відстань між агрегатами вибирають з урахуваннями напряму і сили вітру, а також конфігурації поля. Добрива, які розкидаються машиною, не повинні попадати на машину, що йде слідом.

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 своєчасно заміною патронів та чистотою гумової напівмаски.

Режим праці і відпочинку працівників у господарстві, регулюється статутом господарства. Тривалість робочого тижня становить 41 годину на тиждень, а для робітників зайнятих на роботах з шкідливими умовами праці не більше 36 годин на тиждень.

На відстані 200 м від місця проведення робіт обладнується пересувний вагончик, який забезпечується питною водою та водою для миття рук, милом, рушником, медичною аптечкою. Всі працівники забезпечуються безкоштовним харчуванням на період виконання робіт [48].

Для підвищення рівня роботи з охорони праці необхідно дотримуватися слідуючих організаційних заходів, що сприяють високому рівню проведення робіт і застереженню травмування механізаторів та осіб, які обслуговують агрегати для внесення мінеральних добрив:

– не допускати до роботи працівників, що не пройшли медогляд, навчання та інструктажі з охорони праці;
– організовувати двозмінні режими праці серед механізаторів;
– не допускати до роботи техніку, що не пройшла технічний огляд;
– належним чином обладнувати місця для короткочасного відпочинку та харчування працюючих;
– розробляти маршрути руху техніки;
– ввести талон безпеки для механізаторів.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В УМОВАХ ДП «ДГ «ЗЕЛЕНІ КОШАРИ»

Помітно зросли за останні десятиріччя рівень застосування мінеральних добрив і ступінь інтенсифікації сільського господарства, що значно впливає на колообіг, особливо азотовмісних, сполук у природі. Внаслідок цього відбувається забруднення води, харчових продуктів, кормів.

Основним джерелом нітратного забруднення, під яким звичайно розуміють забруднення власне нітратами, нітритами і N-нітрозоамінами, є високі дози азотних мінеральних і органічних добрив, а також пестициди при систематичному насиченні ними посівів. Потрапляння в ґрунт стоку тваринницьких комплексів значно ускладнює цю проблему.

Як відомо, транспортні витрати мінеральних добрив на шляху від заводу до поля становлять 10–12 %, що сприяє постійному забрудненню навколишнього середовища. Перевезення їх у тарі може докорінно поліпшити становище. Так, середні розміри втрат затареного суперфосфату в 2,5 рази менші, ніж незатареного.

Застосування мінеральних добрив у незбалансованих за основними елементами живлення співвідношеннях також є однією з причин забруднення продукції. Для умов України оптимальним для всіх сільськогосподарських культур вважається співвідношення N : P : K = 1 : 0,9 : 0,8. Проте й при оптимальному співвідношенні підвищені і високі дози мінеральних добрив, насамперед азотних, можуть бути причиною екологічного забруднення.

Невикористані сільськогосподарськими культурами поживні речовини за певних умов є джерелом антропогенного забруднення.

При невірному застосуванні агрохімікатів у землеробстві можливе фізичне, хімічне, біологічне, а також радіоактивне забруднення навколишнього середовища. Хімічне забруднення посилюється і внаслідок фільтрації та

поверхневого змиву (водної ерозії), фільтрації забруднювачів за межі кореневої системи рослин, або їх нагромадження в орному шарі. До хімічних забруднювачів належать, насамперед, аніони азотної кислоти - нітрати, які в сучасному землеробстві є основним індикатором на забруднення навколишнього середовища.

Екологічні наслідки застосування фосфорних добрив пов'язані також із збільшенням надходження фосфору у водні об'єкти, який викликає, поряд з іншими поживними елементами, посилений розвиток планктону, заболочення водоймищ, загибель водних організмів внаслідок дефіциту розчиненого у воді кисню.

Особливої обережності слід дотримуватись при фосфоритуванні кислих ґрунтів високими дозами фосфоритного борошна (1-2 т/га), в якому, крім токсичного фтору, міститься ряд важких металів (кадмій, стронцій, ванадій, уран та ін.). Вихід полягає в переході до застосування знефторенних фосфорних добрив.

Калійні добрива небезпечні насамперед вмістом хлору, який погіршує якість урожаю. Підвищений вміст калію в кормових травах може призвести до отруєння тварин, а застосування високих доз калійних добрив - до забруднення водойм.

І все ж в екологічному відношенні найбільш небезпечні промислові азотні добрива (так званий технічний азот) - основне джерело нітратного забруднення води, продуктів харчування і кормів.

Охорона навколишнього (природного) середовища є надзвичайно важливим питанням тому це знайшло свої відображення в Конституції України. Про важливість питання говорить і те, що в Україні було прийнято в березні 1995 року Закон України „Про мінеральні і органічні добрива”, який регулює правові відносини, пов’язані з державною реєстрацією, виробництвом, закупівлею, транспортуванням, зберіганням добрив. Застосування органічних і мінеральних добрив, як наголошується в законі, повинно бути не лише ефективним, а в першу чергу безпечним для здоровя людини, добрива не

повинні забруднювати навколишнє середовище. Основним завданням , що стоїть перед виробництвом є вирощування якісної продукції, без нанесення шкоди навколишньому середовищу [30].

Всі засоби захисту рослин використовуються згідно Переліку добрив, дозволених для використання в Україні захист рослин ярого ячменю від шкідливих організмів узгоджується програмою екологізації сільського господарства [41].

В умовах господарства можуть виділяти такі недоліки:

– сховища для добрив чи інших хімічних засобів захисту ще не досконале.

Інколи не дотримуються часу застосування органічних і мінеральних добрив, зокрема їх застосовують навіть тоді коли швидкість вітру перевищує 3-5 м/сек., коли стоїть висока температура і тому мають місце опіки на листках рослин.

Для поліпшення природоохоронної роботи в господарстві необхідно:

– сховище для зберігання добрив повинно бути впорядкованим;

– суворо дотримуватись регламентів при застосуванні хімічних засобів захисту;

– в господарстві повинні мати місце зливні ями;

– після обприскування сільськогосподарських культур машини треба мити речовинами для знезаражування, а не лише водою, зливаючи в зливні ями.

В цілому, щоб запобігти будь-якому виду забруднення у сільському господарстві значно допоможе запровадження на території усієї країни контурно-меліоративного землеробства, використання високоякісних за фізичними та хімічними властивостями органічних і мінеральних добрив, застосування нової і високопродуктивної техніки для їх внесення, яка забезпечує рівномірність розподілу добрив на полі [32].

Щоб запобігти надмірному надходженню біогенних елементів у геологічний кругообіг, слід широко впроваджувати технології, які передбачають вирощування післяжнивних та післяукісних посівів, здатних засвоїти невикористані попередньою культурою поживні речовини. Поряд з

науково обґрунтованим використанням інших агрохімікатів все це забезпечить ефективне функціонування агроландшафтів.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених нами в 2023 році досліджень в умовах ДП «ДГ «Зелені Кошари» Первомайського району Миколаївської області з вивчення впливу застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні на зміну родючості ґрунту і продуктивності сівозмінної ланки ячмінь ярий–соя–озима пшениця можна зробити наступні висновки:

1. Застосування низьких норм мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур в сівозміні не впливає на збереження вмісту гумусу в ґрунті. Застосування високих норм добрив за мінеральної системи удобрення сприяло збереженню вмісту гумусу в ґрунті та його невеликому накопиченню порівняно до варіанту без добрив.

2. За внесення високих доз добрив на ділянках з мінеральною системою удобрення у сівозміні кислотність ґрунту збільшилась порівняно з вихідною на 0,3 одиниць $pH_{сол.}$. В цілому ж у досліді найвища кислотність ґрунту була в ланці сівозміни з високими дозами добрив за мінеральної системи удобрення ($pH_{сол}$= 5,0).

3. Не дивлячись на високі дози внесення добрив, чорнозем звичайний 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 особливу увагу повинно бути приділено азотному компоненту.

4. Найвищий умовний вихід зернових одиниць з 1 га одержано при застосуванні норми мінеральних добрив ($N_{80}P_{90}K_{90}$) – 51,8 ц зерн.од./га, де приріст умовного виходу зернових одиниць в середньому у сівозмінній ланці був 15,4 ц/га.

5. Найбільш енергетично ефективною нормою удобрення культур сівозмінної ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима, яка забезпечила найвищу енергоємність культур (59,8 ГДж/га сівозмінної площі) на фоні помірних енерговитрат (21,2 ГДж/га), була найменша норма мінеральних добрив,

коефіцієнт енергетичної ефективності–2,8. Також досить високі показники енергетичної ефективності були у варіанті з середніми нормами добрив.

Отже, з погляду енергетичної та агрономічної ефективності найбільш доцільним є застосування середніх норм мінеральних добрив у сівозміні під культури ланки ячмінь ярий – соя – пшениця озима, енергоємність врожаю яких найвище окуповує енерговитрати на застосування добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. Карантин і захист рослин 2016; 2-3, с. 38-40.
2. Балюк С.А., Носко Б.С., Скрильник Є.В. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. Вісник аграрної науки 2016; 1, с. 11-17.
3. Барштейн Л.А., Шкаредний І.С., Якименко В.М. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння. Наукові праці ІЦБ. Київ: Тенар; 2002, 480 с.
4. Тараріко О.Г. Сталий розвиток аграрних систем в XXI столітті у контексті глобальних змін клімату / Тараріко О.Г. // Сталий розвиток агроекосистем. Матеріали міжнародної наукової конференції. Вінниця, 2002. С. 16–18.
5. 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.
6. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка ефективності застосування добрив в зерно-просапних сівозмінах / Тараріко Ю.О., Андрійченко О.А. // Агроекологічний журнал. 2001. №2. С. 14–17.
7. Бойко П.І., Літвінов Д.В., Демиденко О.В., Шаповал І.С., Коваленко Н.П. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах на типових чорноземах. *Вісник аграрної науки* 2016; 12, с. 11-14.
8. Бондар С.О. Урожайність пшениці озимої залежно від системи удобрення в різноротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки* 2017; 8, с. 77-80.
9. 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.

10. 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, 2004. С. 99–109.
11. Бацула О.О. Склад гумусу, його зміна під впливом сільськогосподарського використання ґрунтів / Бацула О.О. // Забезпеченість бездефіцитного балансу гумусу. К.: Урожай, 1997. С. 9–20.
12. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / За ред. Б.С. Носка.– К.: Аграр. наука, 1999. 108 с.
13. Волкогон В.В., Пиріг О.В., Британ Т.Ю. Спрямованість грунтово-мікробіологічних процесів за впливу органічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки* 2018; 5, с. 18-26.
14. Медвєдєв В.В. Актуальні питання контролю стану земельних ресурсів в Україні / Медвєдєв В.В. // Вісник аграрної науки. 1997. №5. С. 5–8.
15. Гаврилюк М.М., Каленич П.Є. Вплив екологічних чинників на врожайність нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Лісостепу. *Вісник аграрної науки* 2018; 1, с. 25-29.
16. Дідора В.Г., Тишковський В.В. Біологічна активність ґрунту залежно від альтернативної системи удобрення в коротко ротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки* 2014; 11, с. 12-15.
17. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах (монографія). Київ: ЦП «Компрінт», 2016; 328 с.
18. Вишневський Ф.О. Динаміка фосфорного режиму ґрунтів зони Лісостепової частини Житомирської області / Вишневський Ф.О. / 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.
19. Дегодюк Е.Г. Вплив різних систем удобрення на родючість ґрунту та продуктивність культур сівозміни в умовах Полісся України / Дегодюк Е.Г., Штупун Н.В., Бурлачук Ю.Й., Чернишенко І.І. // Землеробство. 1999. Вип.

71. С. 21–25.

20. Іваніна В.В. Оптимізація зерно-бурякової сівозміни в умовах біологізації землеробства. *Вісник аграрної науки* 2012; 6, с. 10-14.
21. Кавунець В.П., Русанов В.І., Кочмарський В.С. та ін. Вплив добрив і попередників на врожайність та якість насіння озимої пшениці. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2005; 4, с. 112-120.
22. Макаренко В.М. Добрива та їх використання / Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В.. К.: 2002. 245 с.;
23. Карабач К.С., Козак В.М. Фосфатазна активність чорнозему типового за застосування мінімалізації обробітку ґрунту та біологізації землеробства. Вісник аграрної науки 2014; 8, с. 14-17.
24. Сайко В.Ф. Зерно України для внутрішнього і зовнішнього ринків // Вісник аграрної науки / Сайко В.Ф. 2002. № 9. С. 20–24.
25. Пилипенко М.О. Вплив мінеральних добрив та густоти посіву на урожайність та якість зерна ярого ячменю / Пилипенко М.О. // Вісник Білоцерківського ДАУ.– Біла Церква.– 2001.– Вип. 15.– С. 13–18.
26. Патика В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / Патика В.П., Тараріко О.Г..– К.: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
27. Губенко Н.П. Селекція озимого та ярого ячменю на продуктивність та стійкість до хвороб в умовах Лісостепу України / Губенко Н.П. // Вісник Білоцерківського ДАУ. Біла Церква. 2001. Вип. 15. С. 178–186.
28. Квасніцька Л.С. Вплив сівозмінного чинника та удобрення на врожайність і показники якості зерна пшениці озимої в польових сівозмінах Лісостепу правобережного. Вісник аграрної науки 2015; 4, с. 19-22.
29. Кривенко А.І. Оптимізація норм і термінів підживлення пшениці озимої азотними добривами у Південному Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я* 2018; 4, с. 55-61.
30. Лісовий М.В., Комариста А.В. Вплив показників родючості ґрунту на якість

зерна пшениці озимої на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся. *Вісник аграрної науки* 2015; 11, с. 10-11.

31. Бурикіна С.І. Вплив добрив на вміст клейковини у зерні озимої пшениці після чорного пару / Бурикіна С.І., Гайваненко О.М. / 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.
32. 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.
33. Лопушняк В.І. Зміна вмісту фракцій мінеральних сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки* 2014; 11, с. 12-15.
34. Драніщев М. Дози азотних добрив під озиму пшеницю / Драніщев М., Стройний О., Токаренко В., Овчаренко А. // Пропозиція. 2006. №3. С.38–40.
35. Маклюк О.І. Використання мікробіологічного потенціалу ґрунту в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки* 2011; 12, с. 52-54.
36. Лихочвор В. Озима пшениця. Шляхи підвищення врожайності / Лихочвор В. // Зерно і хліб. 2001. №2. С.18–19.
37. Манько Ю.П., Танчик С.П., Примак І.Д. Зміст сучасних систем землеробства в Україні та пропозиції щодо їх класифікації. *Вісник аграрної науки* 2015; 12, с. 17-21.
38. Маренич М.М., Міщенко О.В. Роль метеорологічних факторів у формуванні урожайності пшениці озимої м'якої у виробничих посівах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 2009; 4, с. 54-58.
39. Матвійчук Н.Г. Агрохімічна оцінка систем удобрення в сівозміні полісся. *Вісник аграрної науки* 2018; 2, с. 5-11.
40. Панасюк М.Г. Урожайність і якість зерна озимої пшениці залежно від удобрення та попередників у сівозміні / Панасюк М.Г. // Вісник аграрної науки. – 2005.– №9.– С.72–73.

41. Зінченко О.І. Рослинництво / Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А./ За ред. д.с.-г.н. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
42. Найбільш поширені та перспективні сорти зернових культур Черкаської області / Черкаський інститут агропромислового виробництва. Черкаси, 2001. С. 20–29.
43. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України / М.В. Недвига. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.
44. Карасюк І.М. Вплив сівозміни і систем удобрення на продуктивність польових культур / Карасюк І.М., Білан І.А., Бойко Г.І. // Наук. пр. Уманського СГІ. 1974. Вип.. 98. С. 43–48.
45. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г.М. Господаренко. К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2002. 344 с.
46. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С.М. Рижука, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського.– К.: Урожай, 2003. 64 с.
47. Іваніна Р.В. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур у зернових ланках сівозміни. *Таврійський науковий вісник* 2019; 110 (1), с. 82-87.
48. Плотнікова М.Ф. Методика оцінки ефективності зернової галузі / М.Ф. Плотнікова // Вісник аграрної науки.2006. №1. С. 75–77.
47. Грянин Г.М. Охорона праці / Грянин Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. – Київ: Урожай, 1994. 272 с.
48. Геврик Є.О. Охорона праці / Геврик Є.О. Львів: ЛДАУ, 2000. С. 152–156.
49. Правила охорони праці в сільському господарстві. К.: Форт, 2001. 384 с.