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

ПОЄДНАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В СИСТЕМІ УДОБРЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 22м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЗАЙЦЕВ Євгеній Володимирович

Керівник – СТАСІНЄВИЧ Олександр,
к. с.-г. н., доцент

Умань – 2023

З М І С Т

ВСТУП 3

Розділ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури) 6

Розділ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 17

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика ячменю ярого 17

2.2. Характеристика досліджуваних сортів ячменю ярого 19

Розділ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 23

3.1. Агрохімічна характеристика ґрунту 23

3.2. Характеристика агрометеорологічних умов 25

3.3. Схема досліду 30

3.4. Агротехніка вирощування ячменю ярого в досліді 31

3.5. Методика проведення досліджень 32

Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 34

4.1. Зміна показників родючості ґрунту під впливом удобрення 34

4.2. Поживний режим ґрунту під ячменем ярим 40

4.3. Вплив удобрення на ріст і розвиток сортів ячменю ярого 46

4.4. Урожайність ячменю ярого 50

4.5. Вплив мінеральних добрив на якість зерна ячменю ярого 52

Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДОЗ ДОБРИВ ПІД ЯЧМІНЬ ЯРИЙ 58

Розділ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО 61

Розділ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 66

ВИСНОВКИ 70

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 72

ДОДАТКИ 76

ВСТУП

Достатнє надходження вологи, тепла та світла, а також необхідної кількості поживних елементів, що надходять переважно з орного шару ґрунту впливають на продуктивність польових культур. Успішне отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських культур [1] залежить від сили та рівня родючості сформованого орного горизонту. Існуючий підхід до впровадження інтенсивних технологій, який базується на посиленні виключно ресурсного потенціалу, призводить лише до тимчасового успіху.

У подальшій роботі з інтенсифікації сільськогосподарського виробництва слід приділяти більше уваги біологічним та організаційним аспектам інтенсифікації [2]. Один із факторів, що обмежує ефективність використання добрив, полягає у недосконалості методів і технологій їх застосування. Тому важливо приділяти значну увагу диференційованому підходу до розробки доз застосування добрив, залежно від потреб рослин у живленні та властивостей ґрунту.

Актуальність теми. Поруч із озимою пшеницею, ячмінь ярий в Україні, постійно залишається лідером серед зернових культур за обсягами посівів, загальним збором зерна і обсягом сировини, призначеної для виробництва пива. Це пояснюється унікальною адаптивною здатністю цієї культури та різноманіттям її економічно важливих характеристик. В процесі селекції було створено значну кількість сортів, що відрізняються продуктивністю, реакцією на біо- та абіотичні фактори природного середовища та біохімічним складом зерна [3].

Світовий досвід землеробства вказує на те, що проблему зростання виробництва ячменю ярого та задоволення попиту на нього можна вирішити шляхом впровадження в виробництво сортів із широким адаптивним потенціалом, відповідною екологічною гнучкістю до змінливих умов середовища та стійкістю до стресових умов. Перед впровадженням цих

сортів необхідно провести комплексне дослідження їх реакції на родючість ґрунту і вплив добрив, вибираючи ті, які мають оптимальні господарсько цінні ознаки та забезпечують високу економічну ефективність вирощування. Довготривале систематичне використання добрив суттєво впливає на властивості ґрунту, механізми формування врожаю та якість зерна.

Ячмінь ярий займає одну з провідних позицій серед зернових культур як за обсягами посівів, так і за загальним збором зерна. Нинішні дослідження свідчать про необхідність урахування рівня родючості ґрунту та впливу добрив на формування врожаю і якість зерна різних сортів ячменю ярого, що робить цю проблему актуальною для подальших наукових вивчень.

Мета і завдання дослідження. Метою проведених досліджень було вивчення впливу родючості опідзоленого чорнозему Правобережного Лісостепу України, яка була створена шляхом удобрення протягом тривалого стаціонарного досліду, на продуктивний потенціал сортів ячменю ярого. Для досягнення визначеної мети досліджень були вирішені наступні завдання:

– Забезпечити високий рівень реалізації потенціалу ячменю ярого на основі оптимізованої системи удобрення.

– Вивчити реакцію різних сортів ячменю ярого на родючість ґрунтів та на основі цього розробити рекомендації з удосконалення елементів зональної технології його вирощування.

– Дослідити вплив родючості ґрунту на особливості росту і розвитку сортів ячменю ярого, формування їх продуктивного та адаптивного потенціалу.

– Розробити практичні рекомендації з підвищення продуктивності ячменю ярого шляхом ефективнішої реалізації генетичного потенціалу його сортів.

Наукова новизна. В умовах Правобережного Лісостепу України була вивчена реакція різних сортів ячменю ярого на рівень родючості

чорнозему опідзоленого, який був сформований в результаті тривалого використання добрив у системі польової сівозміни. Також були визначені параметри мінерального живлення рослин, необхідні для досягнення врожайності зерна ячменю на рівні понад 5 тон на гектар. Дослідження підтвердило можливість розширеного відновлення родючості ґрунту при помірному насиченні сівозміни органічними і мінеральними добривами. Ці дані свідчать про важливість збалансованого використання добрив та раціонального управління сільськогосподарськими землями в даному регіоні. Використання органічних і мінеральних добрив в системі польової сівозміни може відігравати ключову роль у збереженні та поліпшенні родючості ґрунту, що в свою чергу сприяє формуванню високих врожаїв ячменю ярого.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні наукової літератури, безпосередній участі у розробці гіпотези, плануванні і проведенні польових дослідів, відборі зразків ґрунту і рослин та їх аналізі, узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків та розробці пропозицій виробництву.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
(огляд літератури)

Унікальним приповерхневим природним утворенням на поверхні землі, обладнаним власною характерною структурою, властивостями, циклом розвитку і грунтово-екологічними режимами є ґрунт. Впливаючи на ці аспекти, можна ефективно регулювати (змінювати, поліпшувати) конкретні характеристики грунтів. Завдяки своїй родючості грунти створюють умови для отримання необхідних врожаїв вирощуваних сільськогосподарських культур [4].

Показники, які визначають родючість грунтів, чітко корелюють з природно-сільськогосподарськими регіонами і залежать від грунтово-кліматичних умов. Родючість грунту слід розглядати як оптимальне поєднання та комплекс властивостей, процесів і режимів, структурних взаємозв'язків для досягнення максимальної біопродуктивності, обгрунтованої з екологічної та економічної точок зору [5].

Розвиток сільськогосподарських рослин невід'ємно пов'язаний із оптимізацією усіх факторів навколишнього середовища. Залежно від ступеня дефіциту цих факторів, сільськогосподарські культури можуть перебувати у стані пригнічення чи навіть загибелі в процесі свого розвитку. Введені в грунт добрива, через проведені перетворення, впливають на його фізичні, хімічні і біологічні властивості, що відображається на взаємодії грунту з рослиною, її харчуванням, зростанням і розвитком, стійкістю до негативних умов, а також на урожай та його якість.

Хімічний склад ґрунту та його родючість змінюються під впливом рослин і внесених добрив, відбувається розкладання добрив. Родючість грунту та урожайність сільськогосподарських культур є в постійному

взаємозв'язку. Грунтово-кліматичні умови визначають доступність поживних речовин у грунті, активність та спрямованість хімічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, а також динаміку засвоєння рослинами аніонів і катіонів.

Органічні та мінеральні добрива мають важливий вплив на складні процеси у грунті, які визначають рівень росту і розвитку рослин. Вони модифікують концентрацію солей у грунті, інтенсивність і спрямованість хімічних, фізико-хімічних та біологічних процесів, а також впливають на реакцію і буферні властивості грунту та його вбирну здатність [6].

Продуктивність сільськогосподарських культур у сільському господарстві є об'єктивним і прямим показником родючості ґрунтів. Цей показник визначається екологічними чинниками процесів ґрунтоутворення та впливом комплексу антропогенних факторів через високий рівень сільськогосподарської практики, що дозволяє належним чином реалізовувати природний потенціал ґрунту. Оцінка родючості стає реальною та об'єктивною лише на основі використання врожайних даних, які відображають грунтові агропотенціали конкретних сільськогосподарських культур [7].

Оптимізація родючості грунту відбувається завдяки правильному чергуванню культур у сівозміні, раціональним методам обробітку грунту та внесенню добрив, а також регулюванню водного режиму. Серед цих заходів, регулювання вмісту рухомих форм поживних речовин у ґрунті за допомогою добрив визнається як ефективний і результативний [8].

Добрива представляють собою найефективніший і швидкодіючий інструмент для впливу на врожайність сільськогосподарських культур. Вони виконують багатосторонню функцію, взаємодіючи прямо і опосередковано з грунтом та рослиною. Застосування добрив дозволяє швидко і ефективно оптимізувати живлення рослин, регулювати обсяг та якість урожаю, а також впливати на відновлення родючості грунту.

Ефективність добрив в значній мірі залежить від водного та повітряного режимів ґрунту, а також наявності рухомих форм поживних речовин у ньому. Обробіток ґрунту, попередники і їх розміщення у сівозміні впливають на оптимізацію цих факторів. Процеси безпосередньої взаємодії мінеральних добрив з ґрунтом відбуваються з певною швидкістю і мають виражений локальний характер [9].

Загалом відомо, що органічні і мінеральні добрива є найбільш ефективними засобами для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Введення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив сприяє підвищенню родючості грунтів, зокрема збільшенню вмісту в них гумусу та поживних речовин.

Поєднання органічних і мінеральних добрив сягає значного ефекту через загальне збільшення кількості поживних речовин. Органічні добрива, при цьому, позитивно впливають на потенційну та ефективну родючість ґрунту [10].

Дія органічних і мінеральних добрив на врожай культур проявляється приблизно однаково, або майже однаково, коли вони використовуються в еквівалентних кількостях. Ефект від їх поєднання виникає не стільки від взаємодії їх удобрювальних властивостей, скільки від загального збільшення концентрації поживних речовин. Органічні добрива, в цьому контексті, виявляють позитивний вплив на потенційну та ефективну родючість ґрунту [11].

Особливо важливою роллю в цьому відношенні відзначається гумус, різноманітні гумати та його компоненти. Ці речовини сприяють створенню рихлої структури ґрунту, що спромагає зберігати більше вологи та поживних речовин, а також ефективно їх передавати рослинам [12].

Вчені в своїх дослідженнях зазначають, що за будь-якого добору культур у сівозміні на її продуктивність та утворення гумусу впливає застосування органічних і мінеральних добрив, з підвищенням яких ці

показники значно збільшуються. Способи обробітку ґрунту на них істотно не впливають [13].

Органічна речовина відіграє величезну роль у ґрунтах, бути в якості джерела елементів живлення для рослин. Вона впливає на доступність мінеральних добрив для рослин, мобілізацію елементів живлення з важкодоступних форм, а також на фізико-хімічні та колоїдні властивості ґрунтів. Крім того, вона визначає їхній токсикологічний режим, агрегатний, водний і тепловий режим, сприяє підвищенню біологічної активності ґрунтів та екологізації систем землеробства [10].

У відтворенні органічної речовини та створенні бездефіцитного балансу гумусу важливою роллю відіграють такі заходи, як внесення достатньої кількості органічних добрив, застосування ґрунтозахисних технологій безполицевого вирощування культур, а також впровадження екологічно спрямованого, органічного та біодинамічного землеробства [14].

У своїх дослідженнях вчені довели, що тривале вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні без застосування добрив на чорноземі опідзоленому призвело до щорічного зменшення запасів гумусу в 60 сантиметровому шарі ґрунту в середньому на 608 кг/га. У сівозмінах з органо-мінеральною системою удобрення за одинарної норми щорічні втрати гумусу становили 58 кг/га. При застосуванні подвійної і потрійної норм добрив щорічне зростання запасів гумусу становило відповідно 192 і 394 кг/га [15].

Високі добрива безперервно вживані в сівозмінах протягом 40 років призвели до зниження вмісту гумусу з 1,79% до 1,52%. Виявлено, що застосування добрив у кількості 10 т + $N_{72}P_{69}K_{65}$ на 1 га сівозмін не виявилося достатнім для підтримання гумусу на початковому рівні [16].

Відомі вчені вказують, що гумусний стан чорноземів України в не еродованому ґрунті залежить від динамічної рівноваги між процесами надходження та мінералізації органічних речовин [17]. І.С. Кравець у своїх

дослідженнях встановила, що збільшення вмісту гумусу за умов систематичного внесення великих доз органічних добрив можливе лише до певного рівня, який потім стабілізується [18].

Вміст азоту в ґрунті тісно пов'язаний з наявністю органічних речовин. Поліпшення балансу азоту залежить від вирощування в сівозмінах багаторічних трав, що позитивно взаємодіє зі змінами вмісту органічної речовини в ґрунті [19].

Джерела азоту для ґрунту включають добрива та біологічні процеси, зокрема симбіотичну і несимбіотичну азотфіксацію. Дослідники показують, що несимбіотична азотфіксація збільшується при внесенні органічних та органо-мінеральних добрив, а при внесенні лише мінеральних добрив інтенсивність цього процесу не змінюється [20].

Фосфор для рослин надходить з ґрунту та внесених добрив. Вміст фосфору залежить від ґрунтоутворюючої породи, ступеню вивітрювання та вмісту органічної речовини в ґрунті. При тривалому використанні фосфорних добрив не завжди вміст рухомих форм фосфору в ґрунті зростає. Це пояснюється тим, що з початкового застосування добрив врожайність збільшується, і відбувається винос фосфору рослинами. Проте, при подальшому внесенні добрив вміст фосфору може збільшитися [8].

Вміст калію є важливим показником родючості ґрунту. Мінеральні добрива сприяють збільшенню вмісту обмінних форм калію в ґрунті [9]. Локальне внесення калійних добрив може допомогти збалансувати калійне живлення ячменю шляхом раціонального розподілу дози протягом вегетаційного періоду [21].

Проведення аналізу продуктивності ячменю ярого в агроекосистемах, залежно від базової обробки ґрунту та застосування добрив, показало, що врожайність цього виду зернових майже ідентична як при висіванні його в рамках ланцюга зерно-паро-просапного сівозміни, так і в ланцюгу зерно-просапного висіву. Для забезпечення стабільності урожаїв ячменю ярого на

протязі років і з еколого-економічної перспективи, оптимальною схемою добрив у сівозміні виявилася помірна органо-мінеральна [22].

Під час вивчення сучасного стану технології обробітку ґрунту, вчені акцентують увагу на важливості сівозміни та недопустимості використання зернових культур як попередників [23]. Відомі науковці розробляють чотири основні сценарії технології вирощування ячменю, визначаючи найвищий врожай за допомогою перехідної технології до біологічної, оптимізації живлення рослин [24].

Використання адаптованих до місцевих умов сортів сприяє максимальній ефективності використання вегетаційного періоду, сонячної радіації, родючості ґрунтів, мінеральних добрив, а також успішному протистоянню стресовим факторам, таким як посухи, суховії та інші [25].

Значна акцентуація ролі інтенсивних сортів набуває особливого значення, оскільки вони не лише спроможні максимально використовувати великі дози мінеральних добрив і сприятливі умови зволоження, але й забезпечують високий врожай навіть за невеликих обсягів ресурсів. У сучасних умовах та в майбутньому роль сортів значно зростатиме в контексті зміни клімату та інтенсифікації землеробства. Ці два фактори значущим чином впливатимуть на характеристики рослин. Необхідно, щоб сорти стали більш адаптованими до змін умов вирощування [26–33].

Ключовими біологічними властивостями є життєздатність та насіннєва продуктивність. Дослідження, проведені Ю.В. Логвиненком, підтверджують, що оцінка та відбір потомства елітних рослин за життєздатністю і насіннєвою продуктивністю дозволяють зменшити втрати цінних генотипів та підвищити ефективність селекції на продуктивність [34].

Аналіз статистичних даних, практичного досвіду та наукових висновків свідчить про тенденцію до зростання впливу сортів на якісні та кількісні характеристики врожаю у всіх без винятку сільськогосподарських культур

[27]. Впровадження нових сортів з великою швидкістю стає важливою умовою для максимального використання їх продуктивного потенціалу [32].

Відбір культур, сортів та гібридів, які володіють високою продуктивністю та стійкістю до посух, підвищення родючості ґрунтів та їх захист від негативних впливів змін клімату, є ключовим напрямком у формуванні сталих аграрних виробничих систем [35].

Аграрії відзначають сорти Сокіл та Ясний, які віднесені до пластичних сортів всебічного використання і відповідають стандартам держави. Високий потенціал продуктивності та якості зерна нових сортів може бути реалізований за умови дотримання розроблених для кожного регіону агротехнічних методів [29].

Причини зниження врожайності перспективних сортів, вказуючи на критичне зменшення вмісту гумусу в чорноземах, зниження природної родючості, порушення структури ґрунтів та їх водного балансу. Крім того, відзначено, що кожен день затримки з сівбою призводить до зниження врожайності на 3-5 ц/га [36]. Останнім часом успішно розроблено метод селекції сортів ячменю, які володіють комплексною стійкістю до посух та солі під генетичним контролем індикатора. Це дозволило розширити Держреєстр групою сортів, які проявляють виняткову адаптивність до несприятливих умов [31].

Учені досліджуючи особливості сорту ячменю ярого Скарлет, дійшли висновку, що особливість його полягає у здатності формування фенотипів з 2-6 продуктивними пагонами, які характеризуються високим ступенем вирівняності за елементами продуктивності колоса. Різниця в кількості зерен колоса, за даними проведеного аналізу, в межех фенотипів 5, 6 не перевищує 4-х зернівок, у межах 2 та 3 – 2-3. Розбіжності маси крупної зернівки в межах 2 мг у рослин з 3 та 4 пагонами – 0,6; 0,8 [37].

Ячмінь ярий виявляє високі вимоги до родючості ґрунту та властивостей його вегетаційного періоду, за який він здатний ефективно

асимілювати значну кількість поживних речовин. За інтенсивністю росту кореневої системи та її розгалуженістю, ярий ячмінь випереджає інші ярі зернові колосові культури, що відображається у розмірах виведення елементів харчування. Утворюючи 4 тонни зерна та відповідну масу соломи, ярий ячмінь вилучає з ґрунту в середньому 28 кг азоту, 12 кг фосфору та 24 кг калію [38].

Деякі вчені зосередили свої дослідження на вивченні впливу мінерального живлення на продуктивність та якість зерна ярих сортів ячменю. Відповідно до результатів їх досліджень, врожайність ярого ячменю не зазнає змін при внесенні фосфорно-калійних добрив. Проте азотні добрива у поєднанні з фосфорно-калійними значно підвищують урожайність зерна. Максимальний рівень врожайності був за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$, і збільшення дози азоту до N_{120} не призвело до значущих переваг порівняно з N_{90}. Щодо вмісту білка в зерні ярих сортів ячменю, найоптимальнішим було внесення мінеральних добрив у кількості $N_{30\text{-}60}P_{60}K_{60}$. Погодні умови відіграють суттєву роль у вмісті білка в зерні, залежно від мінерального живлення, і внесення мінеральних добрив дещо підвищує екстрактивність [39].

Відмова від мінеральних добрив та перехід лише на органічні призвели до зниження урожайності на 23–39 % порівняно з інтенсивною органо-мінеральною системою удобрення [40]. Інші вчені провели ряд досліджень, спрямованих на вивчення взаємозв'язку якості ячменю в залежності від норм висіву та мінерального удобрення. Висновки з досліджень вказують на те, що найвищі значення показника досягаються в варіантах удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ та без удобрення в інтервалі норм висіву від 3 до 3,5 млн насінин/га. Оптимальний фон мінерального живлення досягається при дозі добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$. Збільшення дози добрив до $N_{60}P_{90}K_{90}$ знижує значення продуктивності порівняно з варіантом $N_{30}P_{45}K_{45}$, проте отримані результати не поступаються варіанту без внесення мінеральних добрив [41–43].

Під час дослідження впливу мінеральних добрив та норм висіву на вміст білка в ячмені виявлено, що варіант удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}$ не сприяв значущому збільшенню вмісту білка у сорту Скарлет при висіві 250, 300 та 350 насінин/м², збільшивши його лише на 10,3–10,5% порівняно з контролем. Порівняння результатів варіанта удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ з варіантом $N_{30}P_{45}K_{45}$ показало статистично значущий приріст вмісту білка на рівні 0,43–0,79 %. Норми висіву насіння також виявилися важливим фактором, що впливає на вміст білка у ячменю в залежності від агрофону удобрень.

При оцінці впливу мінеральних добрив на кущіння рослин виявлено, що ефективність їх застосування залежить від норм внесення та розміщення насіння при сівбі. Прогнозований ефект внесення 100 кг/га добрив NPK полягає у підвищенні коефіцієнта продуктивного кущіння рослин ячменю при рівномірній сівбі на 0,4 та при нерівномірній сівбі на 0,25. Реакція ячменю на післядію різних систем удобрення також має важливе значення. Підвищення врожаю зерна ячменю за рахунок післядії добрив може досягати 17–74 %. Зі збільшенням доз від 5 до 10 т/га ріллі роль гною у покращенні врожайності зростає. Систематичне внесення добрив у сівозміну призводить до підвищення вмісту білка та позитивних змін його фракційного складу в зерні ячменю.

Інші вчені також досліджували це питання, згідно результатів його дослідження стабільну післядію на урожайність ячменю мали азотні добрива. Фосфорні та калійні, а також азотні з фосфорними та калійними впливали нестабільно по роках [47].

Науковці в своїх дослідженнях ділять схожу думку про рівень продуктивності ярого ячменю, враховуючи попередників, добрива та обробіток грунту [48]. Підвищене внесення доз азоту сприяло збільшенню вмісту білка в зерні ячменю і, відповідно, сприяло зростанню збору його з одиниці площі [49].

Найбільший приріст урожаю був зафіксований при внесенні повного мінерального удобрення, а експеримент підтвердив позитивний вплив обробки посівів ячменю гуматом калію [50].

Найбільш оптимальним у дослідних умовах був фонд + $N_{30}P_{30}$, що сприяло збільшенню продуктивності рослин, при цьому отриманий урожай становив 35 ц/га [51]. Внесення калійних добрив в підвищених дозах (K_{80} та K_{120}) на фоні $N_{40}P_{40}$ не значно впливає на зниження вмісту білка в зерні ячменю. Рост урожайності зерна і соломи ячменю залежить від азотних добрив на чорноземі вилугуваному важкосуглинистому з високим вмістом рухомих форм P_2O_5 [52].

Винос азоту з урожаєм зерна та соломи ячменю виявляв зміну в залежності від грунтово-кліматичних умов, фону азотного удобрення та сортових особливостей культури. На дерново-підзолистих грунтах внесення азотного добрива під ячмінь підвищувало вміст азоту в зерні та соломі усіх сортів ячменю, тоді як на чорноземі вилугуваному цей ефект виявлявся менш виразно [53].

Для сортів ячменю, схильних до вилягання, оптимальна доза добрив складала $N_{60}P_{60}K_{60}$. Високопродуктивні та чутливі до удобрення сорти, стійкі до вилягання, забезпечували максимальні врожаї при підвищенні доз до $N_{90}P_{90}K_{90}$. Після використання добре удобрених органічними та мінеральними добривами попередників, добрива можна було не вводити [54].

Застосування розрахункових доз добрив середньо за 8 років призводило до підвищення урожайності зерна на 1,3 т/га. Вміст азоту та фосфору в зерні збільшувався на 0,5 та 0,1 % відповідно, вміст білка підвищувався на 2,9%, а збір білка з урожаєм збільшувався в 1,8 раза. Крім того, застосування максимальної дози калію та за органо-мінеральної системи удобрення сприяло також збагаченню зерна цинком, марганцем і міддю [55].

Вивчаючи ефективність азотного удобрення для різних сортів зернових культур, аграрії зауважують, що сорти ярого ячменю позитивно реагують на введення азотних добрив, при цьому приріст урожаю при N_{35} становив 3,9–7,8 ц/га [56].

Значний вплив сорту на урожайність ячменю, особливо в умовах достатнього зволоження, де підвищення може досягати 6,7%. В той час як у сухе літо роль сорту у визначенні врожаю знижується до 1,3%. При цьому, в умовах посушливого літа, важливу роль відіграє також строк посіву, становлячи 33% впливу [40].

Вивчаючи вплив різних систем застосування мінеральних добрив на урожайність та якість ячменю, визначив, що оптимальний рівень урожайності ячменю (40–45 ц/га) досягається застосуванням $N_{60}P_{40}K_{80}$, додатково з N_{30} у фазі початку стеблів на тлі післядії 70 т/га органічних добрив [39]. Для отримання якісного ячменю з високою урожайністю є бажано вирощувати його в сівозмінах після просапних культур. У разі вирощування в зернотрав'яній сівозміні можна досягти бажаного результату шляхом внесення мінеральних добрив у кількості $N_{60}P_{60}K_{60}$ [57].

Отже, для отримання високих врожаїв ячменю ярого необхідно створити оптимальні умови для росту і розвитку рослин, забезпечити наявність доступних для рослин у ґрунті рухомих форм мікро- і макроелементів живлення.

Огляд літератури свідчить про те, що питанням удобрення та агротехніки приділено багато уваги, проте недостатньо висвітлено вплив застосування добрив на продуктивність різних сортів ячменю ярого на чорноземі опідзоленому. Саме тому метою дослідження було визначення впливу доз удобрення на урожайність та якість зерна сортів ячменю ярого.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика ячменю ярого

Ярий ячмінь (Hordeum vulgare) належить до родини трав'яних рослин (Gramineae або Poaceae) і роду Hordeum. Ця рослина є однорічною, і її особливості визначають її значення в різних сферах сільськогосподарського виробництва.

Основні характеристики ярого ячменю: Суцвіття ячменю представлено колосом, що складається з колосового стрижня і колосків. Це структурне утворення містить зернові зерна, які є головним продуктом цієї культури. Ячмінь є самозапильною культурою, що означає, що опилення відбувається в середині того ж квітки або в тому ж квітконосі. Коренева система мичкувата і слаборозвинута, а це може впливати на здатність рослини засвоювати важкодоступні поживні речовини. Стебло ячменю, відоме як соломина, розділене вузлами на міжвузля, яких може бути до семи. Соломина використовується для різних цілей, включаючи корм для тварин.

Два основних підвиди ячменю, Hordeum vulgare, шестирядний, і Hordeum disticum, дворядний, відрізняються особливостями будови колосків і стрижнів. Ярий ячмінь використовується в Україні як продовольча, кормова та технічна культура. Він є важливою складовою у вирощуванні зернових культур, і його продукція використовується для харчування, виробництва кормів і інших промислових цілей.

Зерно ячменю, в якому міститься у середньому 12,2 % білка, 77,2 % вуглеводів, 2,4 % жиру, до 3 % зольних елементів, є високопоживним кормом (в 1 кг міститься 1,2 корм. од. і 100 г перетравного протеїну) для всіх видів тварин, особливо для відгодівлі свиней на високоякісний бекон. Важливо, що білок є повноцінним за амінокислотним складом, а за вмістом таких амінокислот, як лізин і триптофан, він переважає білок зерна усіх інших

злакових культур. Тому при збільшенні в кормовому раціоні ячмінної дерті або висівок худоба швидко набирає масу і стає більш стійкою проти несприятливих умов утримання.

Ячмінь ярий цінується у тваринництві як грубий корм – солома ячменю, особливо сортів з гладенькими остюками (1 ц якої прирівнюється до 36 корм. од.), і запарена полова. Вирощують ячмінь на зелений корм і сіно у сумішах з ярою викою, горохом, чиною, високоякісний урожай яких часто досягає 250–300 ц/га.

Ячмінь є важливою продовольчою культурою. Із зерна скловидного крупнозерного дворядного ячменю виробляють перлову та ячмінну крупу, у складі якої міститься 9–11 % білка, 82–85 % крохмалю. У деяких країнах із зерна ячменю виробляють борошно, яке використовують як домішку до пшеничного або житнього борошна при випіканні хліба. Через низьку якість клейковини хліб з чистого ячмінного борошна виходить мало-об'ємним, слабкопористим, швидко черствіє.

Також зерно ячменю використовують для виробництва пива. Найбільш цінними в пивоварінні є сорти дворядного ячменю з добре виповненим і вирівняним зерном (маса 1000 зерен 40–45 г), яке має понижену плівчастість (8–10 %), підвищений вміст крохмалю (за стандартом не нижче 63–65 %) і понижений – білка (не більше 9–10 %). За даними деяких дослідників, має значення не стільки кількість, скільки якість білка. Якщо в ньому багато сірки, то він не впливає негативно на якість пива, а при малому вмісті в зерні білка (7–8 %) пиво погано піниться, що знижує його споживчу якість. Мають значення і відходи пивоваріння, які використовують для відгодівлі тварин (барда, пивна дробина).

Із зерна ячменю виготовляють сурогат кави, екстракти солоду, які використовують у кондитерській, спиртовій і фармацевтичній промисловості. Ячмінь ярий невибагливий до тепла. Насіння його починає проростати при температурі 1–2 ºС, а сходи й молоді рослини легко витримують заморозки

до 3–4 ºС, а інколи до мінус 7–9 ºС. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин в період вегетації 18 ºС. Разом з тим ячмінь характеризується значною стійкістю проти високих температур, легко витримує 38–40 ºС.

Серед хлібів першої категорії ячмінь визначається як найбільш устійкий до несприятливих погодних умов. Коефіцієнт транспірації цієї культури складає близько 403 і змінюється в межах від 300 до 450. Для проростання ячменю необхідно забезпечити 45–50 % вологи від його сухої маси. У початковий період вегетації коренева система ячменю розвивається недостатньо, і рослини слабо переносять весняні посухи, тому необхідно утримуватися від затримки з сівбою, щоб уникнути нерівномірного проростання зерна та розріджених посівів. Ячмінь дуже чутливий до надмірного зволоження ґрунту, і виростає слабо на легких і піщаних ґрунтах. За характером розвитку ярий ячмінь відноситься до рослин з довгим світловим днем. Серед інших ярих зернових культур, він є однією з найшвидших у розвитку, з деякими сортами, що досягають стиглості за 75 днів. Середній тривалість вегетаційного періоду ячменю становить 90–105 днів [58].

З урахуванням вищезазначеного завданням є виявлення сортів ячменю ярого, найкраще пристосованих до ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов за тривалого використання добрив у польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу України.

2.2. Характеристика досліджуваних сортів ячменю ярого

Характеристика сорту ячменю ярого сорту *Імідж*

Насіння ярого ячменю сорту Імідж, який був виведений з індивідуальним добором з гібридної популяції схрещуванням сортів Добробут і Козацький. Сорт внесений у РСРУ в 2012 р.

Різновид: нутанс.

Дозрівання: середньостиглий (86–96 днів).

Висота рослини: 61–80 см.

Колос: дворядний, довжиною 6–9 см.

Маса 1000 зерен: 51–56 г.

Тип вирощування: інтенсивний.

Зона вирощування: Полісся, північний Лісостеп.

Урожайність: високоврожайний (7,6–8 т/га)

Норми висіву: 3,5–4,5 млн. насінин/га.

Стійкий до: вилягання, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу, летючої сажки

Характеристика сорту ячменю ярого *Себастьян*

Ячмінь **Себастьян (СН-1)** — інтенсивний ярий сорт, напівпізній, який дає стабільний і високий урожай. Адаптований для вирощування в Україні ще з 2008 року. Виведений методом схрещування. Різновид – nutans.

Себастьян відрізняється високим кущенням і стійкістю до посухи, добре відгукується на внесення мінеральних добрив. Відноситься до найбільш перспективних сортів ячменю пивоварного напрямку.

Різновид – nutans. Оригінатор – «Сейет Плантефоредлінг І / С», Данія. Тип колосу – дворядний. Вміст білка 10,7–11,5 %. Пластичність 8/9. Зони вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Вегетаційний період 87–95 днів. Маса 1000 насінин – 45–46,2 г.

За рахунок міцного стебла ячмінь високостійкий до вилягання та характеризується хорошим кущінням. Сорт добре реагує на внесення повного мінерального добрива і підгодівлі мікродобривами, гумату калію. Даний сорт ячменю має відмінну стійкість до несприятливих умов: добре переносить ранні заморозки, має інтенсивний ріст на початку вегетації, і до настання періоду спеки вже формує основу для майбутнього врожаю-

посухостійкий. Має хорошу стійкість до борошнистої роси і гельминтоспориозу, що дозволяє знизити фунгіцидну навантаження на посів. Добре стійкий до посухи, адаптований для всіх кліматичних зон України, показує стабільні врожаї. Має дворядний колос, підійде для пивоварних цілей.

Кущ - напіврозлогий, рослини низькі. Стебло - низькорослий, міцний. Висота рослини – 65–70 см, з сильним восковим нальотом. Колос прямий, має 2 ряди пірамідальної форми, довжина – середня, щільність – середня. Зернівка з наявною плівкою, має довгі волоски основної щетинки.

Для досягнення високої якості солоду рекомендується висівати після коренеплодів.

Терміни посіву – ранній , від лютневих вікон до кінця березня, з урахуванням погодних умов і регіону [31].

Характеристика сорту ячменю ярого *Подив*

Оригінатор: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Сорт для умов високоінтенсивного землеробства. Внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2016 році. Рекомендовані зони вирощування – Лісостеп і Полісся. Сорт крупнозерний зерновий, інтенсивного типу

Різновид – нутанс (*nutans*)

Група стиглості – середньостиглий.

Висота рослин 65-70 см. Маса 1000 зерен 52-55 г. Вміст білка 12,0-13,5%. Натура зерна 680 г.

Характеризується високою стійкістю до вилягання. Стійкість до гельмінтоспоріозних плямистостей та борошнистої роси висока.

Потенційна врожайність 9,0 т/га. У державному сортовипробуванні урожайність сорту досягала 7,29 т/га (Тернопільський держекспертцентр, 2015 р.) та 6,56 т/га (Маньківська держсортостанція, 2015 р.).

Агротехніка звичайна для зони вирощування, строки сівби ранні [31].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агрохімічна характеристика ґрунту

Дослідження проводилися на експериментальному полі в межах стаціонарних наукових досліджень кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського Національного Університету сільського господарства протягом 2022–2023 рр. Ґрунт на дослідній площі представлений чорноземом опідзоленим важкосуглинковим, з вмістом гумусу (за методом Нікітіна) в орному шарі в межах 2,81–3,65 %. Кислотність ґрунту (pHсол) коливався від 4,7 до 5,3, гідролітична кислотність складала 2,7–5,7 смоль/кг, ступінь насичення ґрунту основами становив 70–80 %, азот сполук, що лужногідролізуються (за методом Корнфілда), відмірювався в межах 119–140 мг/кг, рухомі форми фосфору і калію (за методом Чирикова) становили відповідно 95–281 і 89–174 мг/кг.

Рельєф дослідної ділянки представляє собою рівномірне плато вододілу з пологими схилами (1–2^0 градусів) південно-східної та північно-західної експозицій. Глибина залягання підземних вод складає 22–24 метри, що призводить до використання вологи, що накопичується в ґрунті з атмосферних опадів, для полів. Район характеризується періодичними посухами (2–3 роки, в окремі періоди навіть 3–5 років за десятиріччя сухих періодів) залежно від кількості опадів і відноситься до підзони нестійкого зволоження.

Ґрунт на дослідному полі представлений чорноземом опідзоленим малогумусним важкосуглинковим, що утворився на лесі. За своїми характеристиками і властивостями він розташовується між темно-сірим лісовим ґрунтом і типовим чорноземом [60]. Ці ґрунти становлять близько 16 % загальної площі Лісостепу України і є особливо поширеними в правобережній його частині. Вони відрізняються відносною однорідністю

гранулометричного і загального хімічного складу профілю, вмістом вилугованих солей, ілювіальним розподілом карбонатів та значним накопиченням елементів живлення у гумусовому шарі. Ці ґрунти формувались під впливом дернових та підзолистих процесів грунтоутворення і мають добре виражений гумусовий горизонт.

Чорноземи є ґрунтами, які формуються під впливом трав'янистих фітоценозів степової та лісостепової ландшафтно-біокліматичних зон. Головним процесом тут є гумусоакумулятивний, який призводить до утворення глибокого гумусованого профілю і його оструктурювання. Типовий гумусовий профіль чорноземів виникає внаслідок впливу степових трав, коренева система яких становить велику частину їх біомаси і швидко гуміфікується після відмирання.

Чорноземи опідзолені проявляють інтенсивне гумусонакопичення, особливо це видно у профілі чорноземного типу ґрунтоутворення, яке поєднується з деякою, хоча й слабкою, диференціацією профілю у порівнянні з сірими опідзоленими ґрунтами. Характерною рисою чорноземів опідзолених є присутність білуватої аморфної борошнистої присипки SiO_2, що надає сиво-білому відтінку Не-горизонту, особливо помітному на глибині і у верхній частині Нрі-горизонту. Структура його профілю може бути представлена таким чином: Не + Нрі + НРі + Phi + Pk. Різке переходження у породу за наявністю скипання від HCl на глибині 120–150 см однозначно асоціює цей підтип з опідзоленими ґрунтами Лісостепу, де карбонати переважно представлені у формі павутини, псевдоміцелію та прожилок.

Отже, характеристики ґрунту, на якому були проведені дослідження, і рельєф дослідного поля відповідають ґрунтовим різновидностям помірно континентальної східноєвропейської фації, в межах якої можна застосовувати отримані результати досліджень.

3.2. Характеристика агрометеорологічних умов

Стаціонарний дослід кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського НУС, де проводилися дослідження з вивчення впливу різних доз мінеральних добрив на урожайність різних сортів ячменю ярого, знаходиться в регіоні з теплим і середньо-вологим кліматом, який характеризується гідротермічним коефіцієнтом 1,4.

Весняний період розпочинається, коли середньодобова температура повітря перетинає 0°C. Весна приходить досить швидко, хоча танення снігу відбувається повільно, і витоки рідко досягають значних обсягів. Це сприяє ефективному вбиранню більшої частини талої води в ґрунт і накопиченню вологи в ґрунті у весняний період. Літній сезон починається, коли середньодобова температура повітря переходить через 20°C.

Літо характеризується високими температурами, з середньою температурою 22,4°C. Теплий і вологий період цього сезону сприяє нормальному розвитку сільськогосподарських культур.

Осінь є теплою і сонячною. Перехід середньодобової температури через 10°C спостерігається лише в середині вересня. Погода стає хмарною і дощовою. Для пізньої осені характерні змінні температури з періодичними опадами у вигляді дощу і снігу, які сприяють насиченню ґрунту вологою.

Зима переважно тепла, з частими таненнями і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолодніший місяць становить -8°C. Ґрунт часто розмерзається, сприяючи кращому використанню зимових опадів. Погодні умови в роки проведення досліджень трохи відрізнявся від середньої кількості атмосферних опадів за багаторічний період (табл. 1).

Таблиця 1.

Кліматичні показники Черкаської області

№ пп	Показники клімату	Строки
1.	Сума позитивних температур (вище +10°)	2768–3020
2.	Тривалість без морозного періоду (днів)	148–152
3.	Середня річна температура повітря, °С	7,4–8,7
4.	Середня дата першого заморозку (восени)	10–12 X
5.	Середня дата останнього заморозку (навесні)	18–19 IV
6.	Тривалість вегетаційного періоду, днів	208–221
7.	Сума опадів за рік, мм	529–556
8.	Сума опадів за вегетаційний період, мм	381–392
9.	Тривалість періоду сніжного вкриття грунту, днів	82–85
10.	Середня висота снігового вкриття, см	13–14
11.	Середня глибина промерзання грунту, см	48–50
12.	Сума ефективних температур за період вегетації (вище +5°)	2078–2368
13.	Переважаючий напрямок вітру	ПнЗх

У 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. Серед них часті зимові відлиги, які погіршують умови зимівлі озимих зернових і багаторічних трав; випадають протягом вегетації сильні грозові зливи, дощі і град, що призводить до пошкодження листкового апарату, вилягання рослин і формування щуплого зерна.

Погодні умови в роки проведення досліджень дещо відрізнявсь від середньобагаторічних, не тільки за кількістю атмосферних опадів та їх

розподілом, але і за температурою повітря (рис. 1, 2).

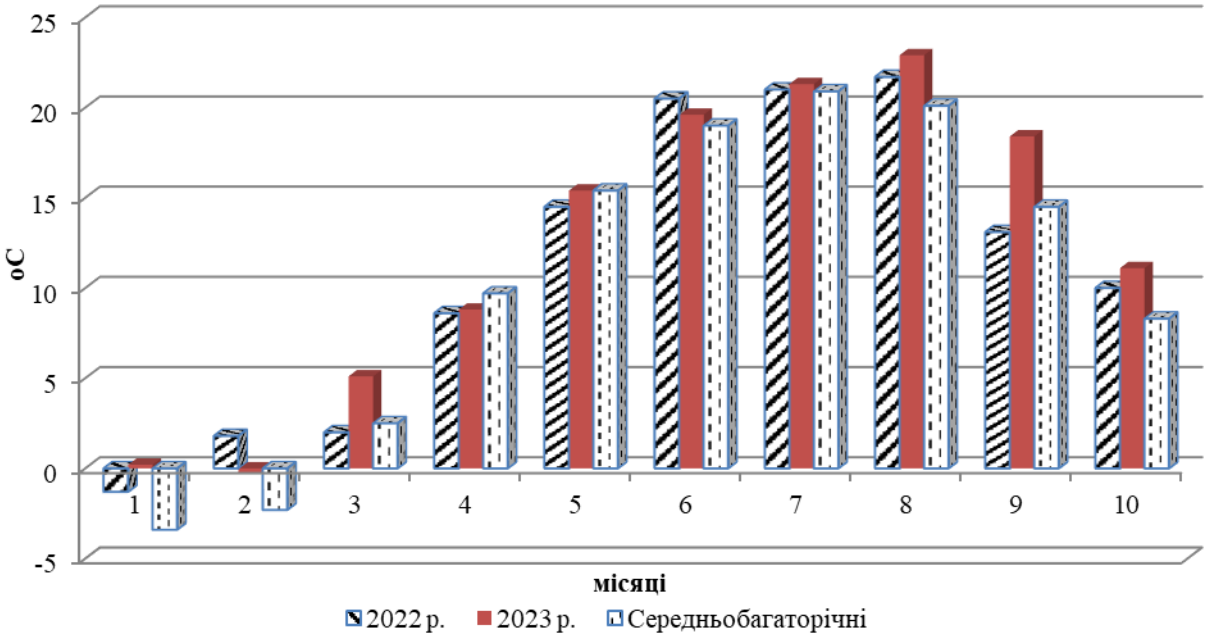


Рис.1. Температура повітря за місяцями (за даними метеостанції) Умань

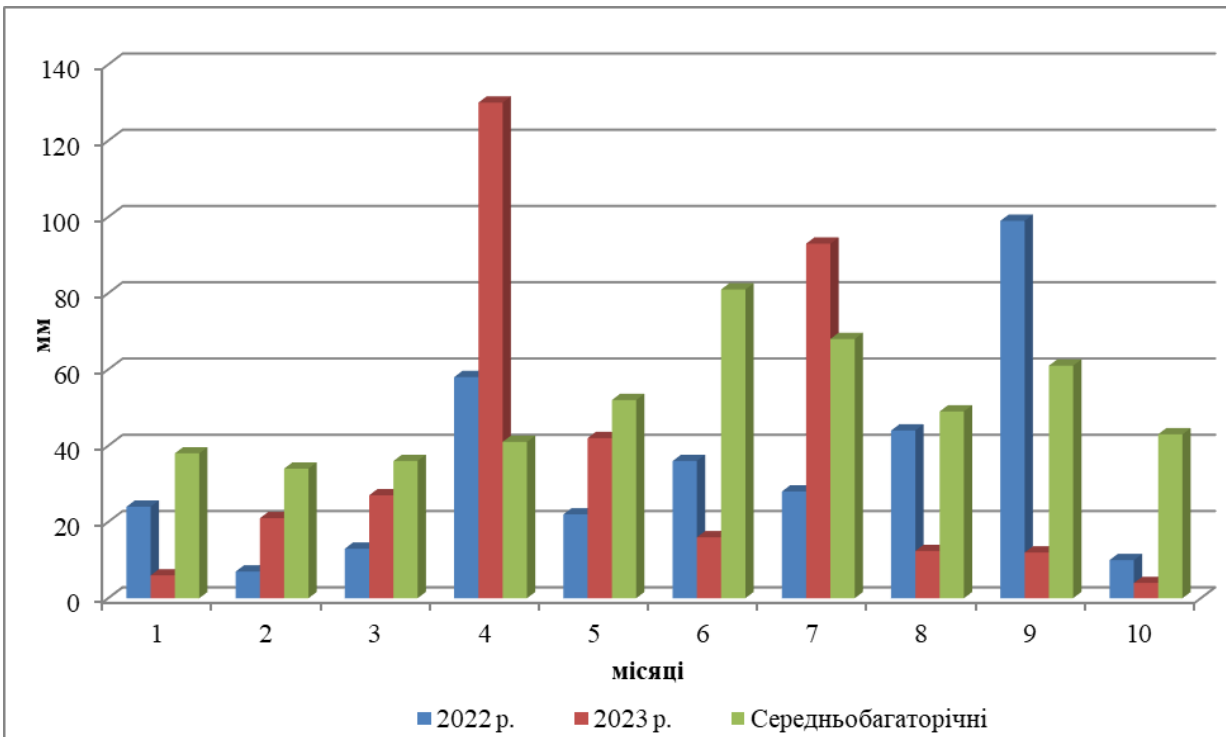


Рис. 2. Кількість опадів за місяцями (за даними метеостанції) Умань

Згідно із звітом метеостанції Умань за 2022 рік, цей період відзначався високим рівнем посушливості, особливо на початку вегетації соняшника. Кількість опадів у травні-серпні була значно нижчою, ніж середньорічні показники.

В квітні 2023 року наявність достатньої вологи у ґрунті сприяла успішному проростанню та формуванню здорових ростків. Опади у травні вдало поповнили резерви вологи в ґрунті, і навіть несприятлива посуха в червні не вплинула негативно на ростові процеси соняшника. Збалансовані умови вологообміну та трохи підвищена температура повітря сприяли формуванню високоякісного насіння соняшника.

Таким чином, погодні умови у роки проведення досліджень значно вплинули на ріст і розвиток соняшника і врешті-решт сприяли формуванню високоякісного врожаю.

3.3. Схема досліду

Досліди, спрямовані на вивчення впливу різних доз удобрення на родючість опідзоленого чорнозему та продуктивність різних сортів ячменю ярого, були проведені на стаціонарному дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС.

Дослідження включало в себе висів ячменю ярого трьох різних сортів: Імідж, Себастьян, Подив, які були висіяні в 4-пільній сівозміні зернового типу. Норма висіву становила 5 мільйонів насінин на 1 гектар. Схема закладання досліду включала науково обґрунтовані методи та протоколи, спрямовані на визначення впливу різних доз удобрення на характеристики ґрунту та урожайність ячменю ярого.

Таблиця 2

Схема досліду вивчення ефективності застосування добрив під ячмінь ярий, кг д.р./га

Насиченість добрив у сівозміні	Удобрення ячменю ярого
1. Без добрив (контроль)	1. Без добрив (контроль)
2. N_{55} P_{30} K_{40}	2. N_{35} P_{30} K_{35}
3. N_{110} P_{60} K_{80}	3. N_{70} P_{60} K_{70}
4. N_{110} P_{30} K_{40}	4. N_{70} P_{30} K_{35}
5. N_{110} P_{60} K_{40}	5. N_{70} P_{60} K_{35}

Застосовувалися наступні добрива в досліді: аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Добрива вносились під основний обробіток ґрунту.

Перше повторення					**Друге повторення**					**Третє повторення**				
1	2	3	4	5	2	1	4	5	3	3	4	5	1	2



Рис. 3 Схема розміщення варіантів в досліді

Площа облікової ділянки 72 м^2, посівної – 110 м^2, повторність досліду 3-х разова

Використання методу рендомізованих повторень для розміщення варіантів у досліді є обґрунтованим стратегічним вибором. Цей метод враховує суб’єктивний підхід у розташуванні варіантів, забезпечуючи таким чином можливість отримання об’єктивних результатів досліджень. Об'єктивність є важливим принципом наукових досліджень, тому метод рендомізації визнається одним із найцінніших у науковій спільноті [61].

Рендомізація дозволяє уникнути систематичного впливу факторів, таких як різна родючість ґрунту та інші умови вирощування. Це створює передумови для додержання принципу єдиної логічної відмінності, оскільки, відповідно до теорії ймовірності, рендомізація вводить усі варіанти досліду в рівні умови. Дисперсійний аналіз, який є загально визнаним і тісно пов'язаним з рендомізованим розміщенням варіантів, стає ефективним інструментом обробки результатів досліду в умовах рендомізації. Математичні умови та логічні міркування підтверджують ефективність рендомізації, що робить цей метод важливим для наукових досліджень [32].

3.4. Агротехніка вирощування ячменю ярого в досліді

Попередником ячменю ярого в польовій сівозміні була кукурудза.

Після збирання кукурудзи проводили оранку на глибину 22 см, трактором Джон Дір 7270R + ПОН-3–35+1.

Головне завдання передпосівного обробітку ґрунту під ячмінь є якісна обробка посівного шару грунту, що дозволяє заробляти насіння на необхідну глибину. Це забезпечує одержання своєчасних дружніх сходів, сприяє зменшенню кількості бур’янів, які проросли, збереженню вологи, посиленню

мікробіологічних процесів в ґрунті і відповідно покращенню умов живлення рослин. Весняний обробіток ґрунту включав ранньовесняне боронування агрегатом МТЗ-82 + С-11 + БЗСС-1,0, передпосівну культивацію агрегатом МТЗ-82 + 2КПС-4,2 + 8БЗСС-1,0 з внесенням аміачної селітри.

Протруєння насіння проводилось за 2–3 дні до сівби Оплот Тріо 1,25 кг/т. Сівбу проводили агрегатом ЮМЗ-6Л + 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: Борей Нео, (0,3 л/га) + Колосаль Про, (0,4 кг/га). Обробка посівів проводилась агрегатом у складі ЮМЗ-6Л + ОПШ-1500. Норма витрати робочого розчину 200 л/га.

Збір врожаю проводився методом пробного снопа та комбайном Sampo прямим комбайнуванням.

3.5. Методика проведення досліджень

Польові досліди супроводжувались наступними аналітичними визначеннями. Структуру врожаю визначали шляхом розбору пробних снопів з кожного варіанту у 2-х несуміжних повтореннях. Продуктивну кущистість і густоту стояння ячменю визначали шляхом підрахунку щільності рослин в трьох місцях ділянки площею 0,25 м^2.

Збирання врожаю ячменю ярого проводили суцільним поділяночним методом: прямим комбайнуванням, нетоварної частини урожаю – методом пробного снопа з наступним визначенням співвідношення зерна до соломи.

У відібраних, згідно програми досліджень, зразках ґрунту визначали:

– вміст лужногідролізованого азоту – спалюванням грунту концентрованою H_2SO_4 в присутності каталізатора (металічний селен) за методом Корнфілда;

– вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирікова

в модифікації ЦІНАО – ГОСТ 26204–91;

– водневий показник (pH) сольової витяжки ґрунту – у водній суспензії та в 0,1 М розчині хлориду калію за допомогою стандартного електрода за ГОСТ 26484–85;

У рослинних зразках визначали:

– вміст білка в зерні ячменю ярого – на універсальному аналізаторі зерна “Інфратек – 1229”;

– структуру врожаю сортів ячменю ярого – згідно загально-прийнятих методик.

Економічну ефективність застосування добрив розраховували за технологічними картами шляхом співставлення витрат на виробництво, існуючих цін та реалізації продукції.

Опрацювання і узагальнення результатів досліджень проводили, використовуючи методи математичної статистики [30].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміна показників родючості ґрунту під впливом удобрення

Родючість ґрунту, яка визначається величиною та сталістю врожаїв, становить об’єктивну оцінку його стану. Протягом тривалого періоду використання традиційної системи обробітку, що базується на оранці, відбулася практично повна деградація агрофізичних властивостей ґрунтів і зменшення їх родючості. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до різкого еволюційного зміщення властивостей ґрунтів. Збільшення обсягів мінеральних добрив та заходів контролю бур’янів призвело до зростання різноманітних процесів.

Результатом стали зміни показників родючості в обидва напрямки: збільшення деградації через ерозію, ущільнення та мінералізацію органічної речовини та зменшення кальцію, але також і покращення за рахунок інтенсивного використання просапних культур. Рухомі форми поживних речовин та кислотність, в яких відбуваються найбільш значущі зміни, є важливими складовими родючості ґрунту, суттєво впливаючи на урожайність сільськогосподарських культур. Підвищення кислотності ґрунту є однією зі шкідливих тенденцій, що завдає значної шкоди грунтовому покриву. Це виникає внаслідок впливу літологічного складу ґрунту, клімату, рослинності і, великою мірою, господарської діяльності людини.

Підвищена кислотність викликає несприятливі умови для росту сільськогосподарських культур, зменшує ефективність мінеральних добрив та негативно впливає на нітрифікаційну здатність ґрунту [32]. За результатами досліду, виявлено, що кислотність ґрунту зросла внаслідок тривалого використання фізіологічно кислих мінеральних добрив. Показник pHсол. виходить за межі оптимального діапазону для більшості культур, що свідчить про несприятливий вплив використання відповідних добрив.

Загалом, найвищий рівень кислотності був виявлений у варіанті $N_{70}P_{60}K_{70}$, порівняно з варіантом без добрив кислотність ґрунту зросла на 0,6 одиниць. Це пов'язують з виведенням з ґрунту великої кількості катіонів $Ca^{2}+$, $Mg^{2}+$, K+ разом із урожаєм сільськогосподарських культур та їх заміною іонами H+, а також внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив.

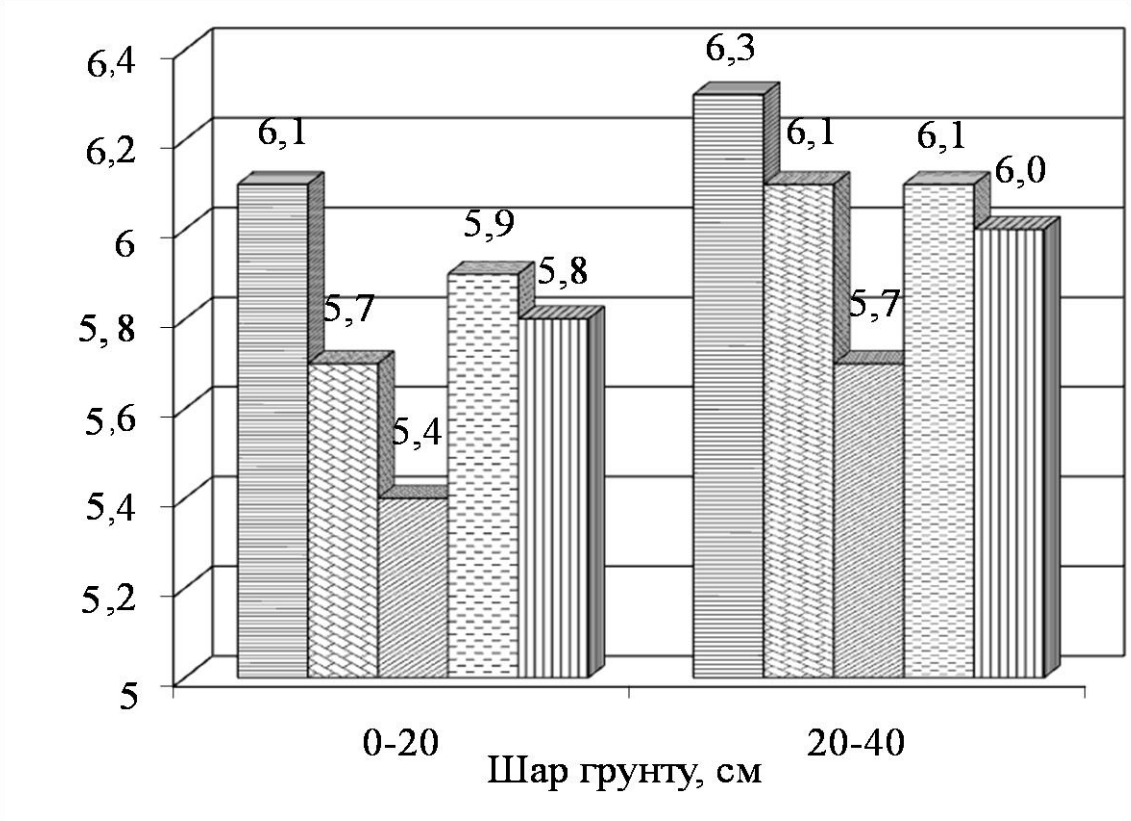


Рис 4. Кислотність ґрунту (pHсол) **при застосуванні добрив у зерновій сівозміні,** 2022 р.:

– Без добрив (контроль) – $N_{35}P_{30}K_{35}$ – $N_{70}P_{60}K_{70}$

– $N_{70}P_{30}K_{35}$ – $N_{70}P_{60}K_{35}$

Верхній шар грунту (0–20 см) в варіанті без добрив характеризувався як нейтральний, а в інших варіантах із застосуванням мінеральних добрив мав близький до нейтрального реакції, за винятком варіанта $N_{70}P_{60}K_{70}$, який

можна віднести до слабокислого. Вплив сільськогосподарського використання відзначився змінами у вмісті рухомих форм поживних речовин у ґрунті. Проте, в запасах лужногідролізованого азоту істотної різниці між досліджуваними варіантами у сівозміні не виявлено (таблиця 3).

Таблиця 3

Вміст сполук азоту, що легкогідролізуються в чорноземі опідзоленому за різного удобрення, 2022 р., мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
	0 – 20	20 – 40
Без добрив (контроль)	118	107
N_{35} P_{30} K_{35}	123	115
N_{70} P_{60} K_{70}	139	127
N_{70} P_{30} K_{35}	122	109
N_{70} P_{60} K_{35}	130	118

Аналіз таблиці 3 свідчить, що в шарі грунту 0-20 см вміст лужногідролізованого азоту порівняно з контролем збільшився на 5–21 мг/кг, проте це збільшення не відбулося в усіх варіантах удобрення. Таким чином, чорнозем опідзолений може відноситися до групи ґрунтів з низьким рівнем забезпечення азотом для рослин, навіть за умови внесення добрив ($N_{110}P_{60}K_{80}$).

Отже, розробка системи удобрення повинна приділяти особливу увагу азоту. Фосфор є ключовим елементом для росту рослин, формує енергетичну основу та резерв для біохімічних процесів. Важливо враховувати, що молоді рослини особливо чутливі до недостатнього забезпечення фосфором, особливо в ранніх стадіях розвитку. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, що має особливе значення на початку вегетації. Дослідження

показало, що на момент закладання досліду грунт дослідної ділянки містив близько 109 мг/кг грунту рухомих сполук фосфору за методом Чирікова.

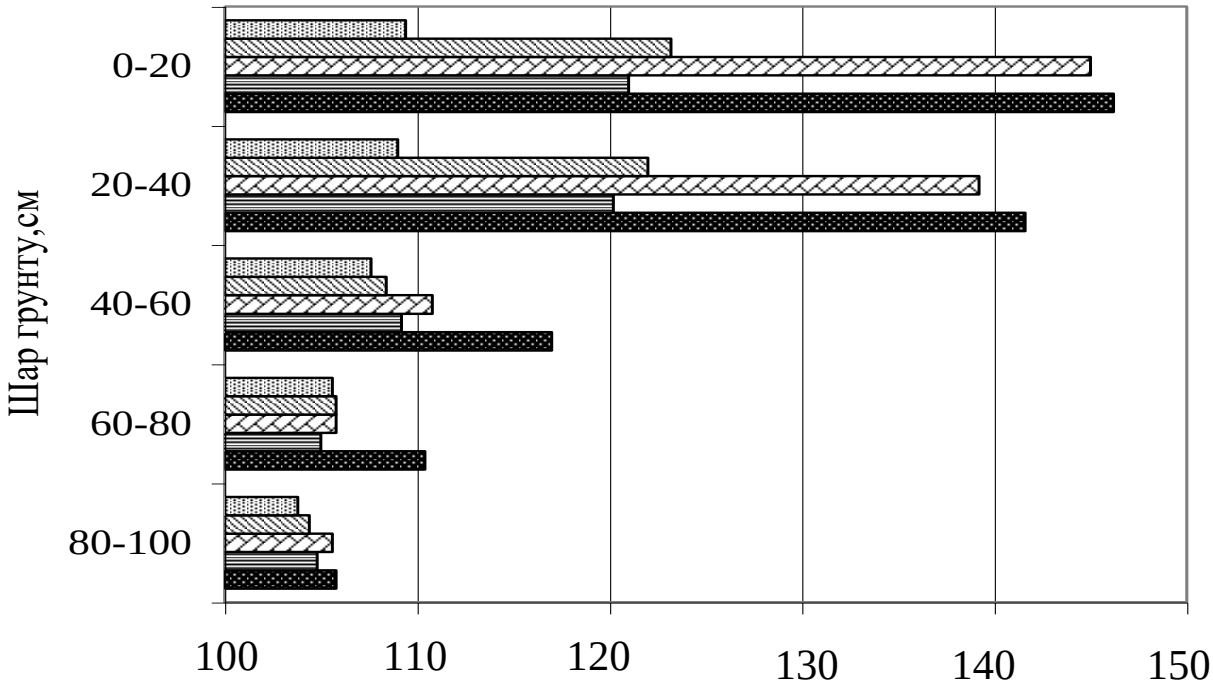


Рис. 5. Вміст рухомих форм фосфору у ґрунті за різних доз удобрення ячменю ярого, 2022 р., мг/кг:

– Без добрив (контроль) – $N_{35}P_{30}K_{35}$ – $N_{70}P_{60}K_{70}$

– $N_{70}P_{30}K_{35}$ – $N_{70}P_{60}K_{35}$

В сівозміні протягом 12-ти років вирощувалися сільськогосподарські культури без застосування добрив, це призвело до незначного зменшення вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті – на 5 мг/кг відносно початкового рівня.

Введення мінеральних добрив у дозі $N_{35}P_{30}K_{35}$ призвело до підвищення вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті на 15 мг/кг порівняно з контролем, де добрива не вносились. Застосування лише мінеральних добрив $N_{70}P_{60}K_{70}$ на 1 га сівозмінної площі призвело до ще значнішого підвищення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті до 147 мг/кг, що перевищує вміст у варіанті з дозою добрив $N_{35}P_{30}K_{35}$ на 20 %, а в порівнянні з варіантом без

внесення добрив – на 26 %. Таким чином, можна визначити, що умови застосування доз мінеральних добрив ($N_{70}P_{30}K_{35}$) були менш сприятливими для нагромадження рухомих сполук фосфору. Під такими умовами вміст у шарі грунту 0–20 см становив 122 мг/кг, а в шарі 20–40 см – 120 мг/кг, що є вищими на 14 та 12 мг/кг відповідно порівняно з контролем. Справжньою проблемою є калійне живлення рослин, оскільки більше 65 % ґрунтів України мають низький та середній рівень доступного калію. Загальний вміст калію у метровому шарі становить 3,00–5,00 т/га, але цей калій недоступний для рослин. Таким чином, для забезпечення позитивного калійного балансу та збереження родючості ґрунтів важливо розглядати нові методи оптимізації калійного режиму ґрунтів.

Калій відіграє ключову роль у живленні рослин, впливаючи на їхню посухостійкість, морозостійкість та обмін поживних речовин і води. Він сприяє нагромадженню крохмалю, цукрів, бере участь в азотному обміні та синтезі білка, а також підвищує використання сонячної енергії та відтік асимілянтів. Рослини витрачають значну кількість калію, яка повертається в ґрунт з органічними рештками. Мінімальна концентрація рухомих форм калію в розчині, за якої рослини можуть його засвоювати, становить 0,01 мг/л. Проте для засвоєння калію в таких концентраціях потрібна велика кількість води, якої практично в ґрунті не вистачає. Тому потреба рослин у калійних добривах виникає за вищих концентрацій водорозчинного калію в ґрунті.

При інтенсивному вирощуванні сільськогосподарських культур без використання добрив у сівозміні вміст рухомих сполук калію значно зменшується. За період досліджень відбулося значне виснаження орного шару ґрунту щодо калію, знизившись на 32%. Це свідчить про велику потребу рослин у цьому елементі та його активне використання, що може призвести до недостатнього забезпечення рослин калієм у майбутньому.

Таблиця 4

Вміст рухомих сполук калію в чорноземі опідзоленому за різних доз удобрення, 2022–2023 рр., мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
	0 – 20	20 – 40
Без добрив (контроль)	106	104
$N_{35}P_{30}K_{35}$	126	117
$N_{70}P_{60}K_{70}$	140	129
$N_{70}P_{30}K_{35}$	124	118
$N_{70}P_{60}K_{35}$	122	116

Згідно з результатами ваших досліджень, внесення низьких доз мінеральних добрив ($N_{35}P_{30}K_{35}$) призвело до зростання вмісту калію в ґрунті, але варіант удобрення ($N_{70}P_{30}K_{35}$) показав менший ефект. Водночас, високі дози мінеральних добрив ($N_{70}P_{60}K_{70}$) призвели до найбільшого накопичення калію в ґрунті, вказуючи на важливість раціонального планування. Ваші дослідження також підкреслюють, що змішані добрива з різними співвідношеннями елементів не завжди впливають однаково на вміст рухомих сполук калію.

Зокрема, збільшення фосфорної частки добрив (у випадку $N_{70}P_{60}K_{35}$) не призвело до збільшення вмісту калію в ґрунті порівняно з варіантами із зменшеними дозами фосфору.

4.2. Поживний режим ґрунту під ячменем ярим

В ґрунті азот знаходиться під постійним впливом двох взаємно протилежних процесів: акумуляції і зв'язування його у знову утворені азотисті органічні сполуки та їх розкладання і мінералізації. Це – біогенний елемент, який має природні джерела поповнення його запасів у ґрунті. Сумарний результат цих процесів і визначає загальний його вміст у складі органічних речовин та мінерального азоту в ґрунті.

Однак слід зазначити, що незважаючи на значні запаси азоту в ґрунті, останні не в змозі безпосередньо забезпечити потребу в ньому рослин для проходження продуктивного процесу на високому рівні. Потреба рослин у живленні цим елементом на чорноземних ґрунтах, як правило, буває найбільшою. Азотні добрива (навіть на фоні 40 т/га гною) забезпечують 22 % приросту врожаю, тоді як фосфорні і калійні – відповідно 4 і 6 % (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка вмісту мінерального азоту в чорноземі опідзоленому під ячменем ярим, 2022–2023 рр., мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту та розвитку рослин		
		кущіння	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	0–20	15,6	14,5	11,7
	20–40	17,1	16,2	13,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	0–20	17,7	17,9	14,1
	20–40	18,2	17,7	14,7
$N_{70}P_{60}K_{70}$	0–20	25,1	23,8	19,2
	20–40	26,3	25,8	23,2
$N_{70}P_{30}K_{35}$	0–20	21,1	21,4	17,4
	20–40	24,4	23,5	19,7
$N_{70}P_{60}K_{35}$	0–20	23,7	26,2	23,5
	20–40	25,4	24,5	23,9

Режим мінерального азоту в агроценозах визначається всією сукупністю заходів, які складають зональну систему землеробства, найважливішими з яких є сівозміни, обробіток грунту і застосування добрив. У свою чергу вплив цих заходів на інтенсивність мобілізації мінерального азоту і характер його міграції в ґрунтах визначається їх генетичними особливостями та гідротермічним режимом. За сприятливих умов утворення нітратів у ґрунті проходить досить швидко, тому більша частина азоту амонію, внесеного з добривами використовується рослинами у вигляді нітратів. Але надлишок їх у ґрунті, особливо в період, коли він не зайнятий рослинами, досить небажаний, так як це призводить до втрат азоту внаслідок активізації денітрифікації і вимивання в більш глибокі горизонту грунту і підґрунтя.

У природних фітоценозах утворення мінерального азоту і поглинання його рослинами урівнюється так, що надлишку його в ґрунтах не нагромаджується.

Істотно впливає на поліпшення азотного режиму грунту внесення мінеральних добрив. За таких умов збільшувалась його кількість в орному та підорному шарах.

Вміст мінерального азоту збільшувався відповідно збільшенню доз добрив. Його вміст у шарі грунту 0–20 перевищував показник у контрольному варіанті в 1,3–1,5 рази залежно від дози добрив. У шарі грунту 20–40 см вміст мінерального азоту залежно від варіанту удобрення був дещо вищим. З розвитком рослин вміст мінерального азоту зменшувався через інтенсивне використання рослинами та мікроорганізмами. За різних варіантів удобрення в фазу повної стиглості зерна ячменю ярого кількість мінерального азоту зменшувалася в середньому на 5,8 мг/кг від фази кущення у шарі 0-20 та на 1,95 мг/кг у шарі 20–40.

Підвищення чи зниження дози внесення азотних добрив неодмінно впливало на запаси мінерального азоту в ґрунті.

Фосфатний рівень ґрунтів є характерною ознакою їх родючості, а його підвищення – показником окультурення. Забезпеченість рослин необхідною кількістю фосфору знаходиться в залежності від його запасів у ґрунті, ступеня рухомості і ряду умов, які впливають на засвоєння фосфору з грунту і добрив [31].

У природі ґрунтів багатих фосфором, на відміну від азоту, практично немає. Основним джерелом фосфору в процесі ґрунтоутворення є материнська порода, проте завдяки рослинам більша частина його акумулюється у верхніх горизонтах, кореневі системи яких поглинають фосфор із нижніх шарів і переносять вверх по профілю. За своїми хімічними властивостями фосфор має складну природу взаємодії з різними компонентами грунту, що визначає велику кількість різних форм, реакцій, сполук і комплексів, у вигляді яких він може бути в ґрунті. Це в значній мірі утруднює оцінку забезпеченості ґрунтів фосфором з точки зору його доступності для живлення рослин [34].

Найбільш доступними сполуками фосфору для рослин є фосфати кальцію та магнію, вони займають 95 % від всіх фосфатів у природі.

В досліді встановлено, що при застосуванні мінеральних добрив у сівозміні відбувається підвищення вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті. Мінеральним фосфатам належить основна роль у живленні рослин фосфором. Розділити форми ґрунтових фосфатів, а тим більше встановити їх роль в живленні рослин складно із-за великої кількості різних мінеральних сполук і змін їх стійкості за різних умов. Одна і та ж форма може мати різну цінність для живлення рослин при різних умовах ґрунтового середовища [32].

Найвищий вміст рухомих сполук фосфору спостерігається в шарі грунту 0–20 см у фазі кущіння. Аналізуючи дані таблиці, слід відмітити, що найбільше рослини використовували сполуки фосфору у фазі цвітіння. Найвищий вміст рухомих сполук фосфору в грунті в середньому за 2022-

2023 рр. у фазі кущення спостерігався у варіанті з високими дозами добрив $N_{70}P_{60}K_{70}$ та становив відповідно 142 мг/кг. При внесенні рівнозначної дози фосфорних добрив $N_{70}P_{60}K_{35}$ вміст їх відповідно становив 139 мг/кг, ґрунт обох варіантів можна віднести до середньозабезпечених (табл. 6).

У варіанті без добрив вміст рухомих сполук фосфору в шарі 0–20 становив 103 мг/кг та у шарі 20–40 був на рівні 101 мг/кг, що відповідає середній забезпеченості. У варіанті з внесенням $N_{70}P_{60}K_{70}$, сприяло підвищенню вмісту рухомих сполук фосфору порівняно з контролем, в шарі 0–20 на 39 мг/кг, а в шарі 20–40 на 32 мг/кг. Використання рівнозначної кількості азотних і фосфорних мінеральних добрив $N_{70}P_{60}K_{35}$ дещо підвищувало вміст фосфатів на 36 та 25 мг/кг в шарах ґрунту відповідно 0–20 та 20–40.

Таблиця 6

Динаміка вмісту рухомих фосфатів у чорноземі опідзоленому під ячменем ярим, 2022–2023 рр., мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту та розвитку рослин		
		кущіння	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	0–20	102	91	84
	20–40	100	89	80
$N_{35}P_{30}K_{35}$	0–20	121	117	101
	20–40	118	111	95
$N_{70}P_{60}K_{70}$	0–20	141	128	110
	20–40	132	119	101
$N_{70}P_{30}K_{35}$	0–20	123	114	105
	20–40	114	108	100
$N_{70}P_{60}K_{35}$	0–20	138	127	109
	20–40	125	114	105

Проте в обох варіантах ґрунт характеризується як із середньою забезпеченістю рослин фосфором.

В ґрунті практично весь калій знаходиться у мінеральній його частині, входить до складу кристалічних граток польових шпатів, слюд, монтморилоніту, вермікуліту, тощо. Проте цей калій практично для живлення рослин не доступний. Найдоступнішим є калій обмінно і необмінно увібраний ґрунтовими колоїдами, а також ґрунтового розчину, пожнивно-кореневих залишків, мікроорганізмів, оскільки в живих організмах він стійких органічних сполук не утворює. Крім того, рослини порівняно добре можуть використовувати калій таких мінералів як флогопіт, гідрофлогопіт, мусковіт, нефелін з умови, що вони знаходяться в дрібнодисперсному стані.

Для вирішення практичних питань виробництва пропонують загальні запаси калію в ґрунті поділяти на такі форми: водорозчинні (легкозасвоювані), обмінні (добре засвоювані) і необмінні (потенційно засвоювані). У ґрунті постійно відбувається взаємне перетворення одних форм калію на інші, тому вважають, що джерелом для живлення рослин калієм є всі його форми. Дослідження показали, що вміст рухомих сполук калію в ґрунті залежав від кількості внесених добрив та інтенсивності використання його рослинами (табл. 7).

Темпи поповнення запасів водорозчинного калію за рахунок інших форм, як правило, відстають від темпів його засвоєння рослинами. До того ж біомасою трав’янистою рослинності природного ценозу щорічно засвоюється з грунту значно менше калію, ніж високопродуктивними сільськогосподарськими культурами. Це зумовлює необхідність застосування калійних добрив [33].

Таблиця 7

Динаміка вмісту рухомих сполук калію під ячменем ярим у чорноземі опідзоленому, 2022–2023 рр., мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту та розвитку рослин		
		кущіння	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	0–20	93	72	76
	20–40	78	66	68
$N_{35}P_{30}K_{35}$	0–20	104	73	88
	20–40	83	60	75
$N_{70}P_{60}K_{70}$	0–20	112	78	82
	20–40	96	74	78
$N_{70}P_{30}K_{35}$	0–20	90	63	72
	20–40	81	57	69
$N_{70}P_{60}K_{35}$	0–20	102	68	71
	20–40	90	59	67

З отриманих даних можна зробити висновок, що максимальна кількість рухомого калію по всіх варіантах досліду спостерігалась на ранньому етапі вегетації, з подальшим зменшенням його у фазі цвітіння в наслідок інтенсивного використання рослинами.

При застосуванні добрив відбувається насичення орного шару грунту калієм, а згодом спостерігаємо зменшення його вмісту в наслідок споживання його рослинами, мікроорганізмами та міграцією по профілю грунту. Мінімальний вміст рухомих сполук калію в ґрунті був у фазі цвітіння, після чого відбувалося підвищення вмісту на 4–9 та 2–18 мг/кг. Відновлення вмісту калію відбувалося за рахунок припинення використання його рослинами та зниження активності ґрунтової мікрофлори.

Отже, застосування добрив змінює динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому, орний шар грунту всіх удобрених ділянок характеризувався середнім ступенем забезпеченості калієм.

4.3. Вплив удобрення на ріст і розвиток сортів ячменю ярого

Ячмінь ярий відрізняється від інших зернових культур коротким періодом споживання поживних речовин з грунту. Повільний розвиток кореневої системи на початку росту спричинює слабку здатність засвоєння важкодоступних форм елементів живлення. Ця біологічна особливість визначає підвищену потребу ячменю до умов живлення на початку вегетації. Компенсація недостачі елементів живлення в наступні фази росту не забезпечує ефекту. Отже, для формування високих урожаїв дуже важливо, щоб ячмінь був забезпечений всіма необхідними елементами в перші фази онтогенезу.

Проведені дослідження показали, що різні дози удобрення по різному впливали на ріст та розвиток рослин ячменю ярого (табл. 6). Найвища густота стояння рослин була відмічена у варіанті за повної компенсації мінеральних добрив ($N_{70}P_{60}K_{70}$) в сорту Подив (519 шт/м^2), менше впливають високі дози на густоту стояння рослин в сорту Імідж та Себастьян (514 та 497 шт/м^2). Найбільшу кількість продуктивних стебел у варіанті за половинної компенсації фосфору і калію зафіксовано у сорту Імідж 429 шт/м^2.

Внесення повної компенсації азотних і фосфорних добрив на фоні половинної компенсації калійних виявилось найбільш оптимальним для формування числа зерен у колосі та його маси, найбільше збільшення відбулося у сортів Подив порівняно з контролем на 38 %. При внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{35}P_{30}K_{35}$ відбувалось збільшення кількості зерен у колосі сорту Подив на 12 %, тоді як у сорту Себастьян збільшення числа та маси зерен відбулося на 9 %. Подальше збільшення дози мінеральних добрив

до $N_{70}P_{60}K_{70}$ не забезпечувало суттєвого зростання кількості та маси зерна в колосі в усіх досліджуваних сортів.

Таблиця 8

Вплив родючості ґрунту на формування продуктивного потенціалу рослин ячменю ярого, 2022–2023 рр.

Варіант досліду	Кількість продуктивних стебел, шт/м^2	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна в колосі, г
Імідж			
Без добрив (контроль)	366	16,8	0,63
$N_{35}P_{30}K_{35}$	415	16,8	0,66
$N_{70}P_{60}K_{70}$	514	19,5	0,79
$N_{70}P_{30}K_{35}$	429	18,6	0,72
$N_{70}P_{60}K_{35}$	473	17,4	0,69
Себастьян			
Без добрив (контроль)	380	18,5	0,68
$N_{35}P_{30}K_{35}$	394	20,1	0,75
$N_{70}P_{60}K_{70}$	497	21,4	0,85
$N_{70}P_{30}K_{35}$	406	22,9	0,86
$N_{70}P_{60}K_{35}$	449	21,9	0,82
Подив			
Без добрив (контроль)	398	16,4	0,62
$N_{35}P_{30}K_{35}$	409	18,5	0,75
$N_{70}P_{60}K_{70}$	519	20,4	0,81
$N_{70}P_{30}K_{35}$	425	21,6	0,83
$N_{70}P_{60}K_{35}$	459	21,8	0,86

Подібна тенденція спостерігалась при формуванні маси зерен у колосі. Найбільша маса зафіксована в сорту Подив за повної компенсації азоту і фосфору та половинної – калію ($N_{70}P_{60}K_{35}$) – 0,87 г. Внесення мінеральних добрив $N_{35}P_{30}K_{35}$ сприяло зростанню маси зерна колоса усіх сортів, найбільший приріст спостерігається у сорту Себастьян і Подив – 0,76 г, подальше підвищення дози азотних добрив до $N_{70}P_{30}K_{35}$ збільшувало масу зерна в колосі сорту Себастьян до 0,87 г, у решти сортів маса колоса зросла не суттєво.

Отже, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{70}P_{60}K_{70}$ позитивно впливає на такі показники структури врожаю, як кількість продуктивних стебел, маса зерна в колосі, кількість зерен у колосі.

Високі дози азотних добрив на чорноземних ґрунтах можуть спричинити вилягання посівів та погіршення якості зерна. В досліді розглядався вплив компенсації елементів живлення на висоту рослин та їх стійкість до полягання (табл. 8).

Аналізуючи результати дослідження, можна дійти висновку, що добрива мають значний вплив на висоту рослин та відповідно на стійкість до полягання ячменю ярого. Середню найвищу висоту рослин зафіксовано у варіанті $N_{70}P_{60}K_{70}$ у сорту Себастьян – 71,1 см, подібний вплив має внесення високих доз мінеральних добрив у сорту Подив. Найнижча стійкість до полягання відмічена у сорту Себастьян при внесенні високих доз мінеральних добрив $N_{70}P_{60}K_{70}$ – вона становила 4,9 бала.

Застосування половинної компенсації елементів живлення в досліді сприяло забезпечувало добру стійкість рослин на рівні варіанту без добрив.

Таблиця 8

Вплив удобрення на висоту і стійкість до полягання сортів ячменю ярого, 2022–2023 рр.

	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Стійкість до полягання, бал
Імідж			
Без добрив (контроль)	58,7	6,1	4,9
$N_{35}P_{30}K_{35}$	63,3	6,6	4,8
$N_{70}P_{60}K_{70}$	67,6	7,4	4,7
$N_{70}P_{30}K_{35}$	65,3	6,8	4,8
$N_{70}P_{60}K_{35}$	66,2	7,1	4,8
Себастьян			
Без добрив (контроль)	59,2	6,7	4,9
$N_{35}P_{30}K_{35}$	62,3	7,0	4,9
$N_{70}P_{60}K_{70}$	71,0	7,6	4,8
$N_{70}P_{30}K_{35}$	65,5	7,3	4,8
$N_{70}P_{60}K_{35}$	67,8	7,4	4,8
Подив			
Без добрив (контроль)	60,1	6,9	4,9
$N_{35}P_{30}K_{35}$	64,7	7,3	4,9
$N_{70}P_{60}K_{70}$	70,3	7,8	4,7
$N_{70}P_{30}K_{35}$	67,1	7,5	4,8
$N_{70}P_{60}K_{35}$	68,6	7,7	4,8

Отже, збільшення доз добрив вплинуло на висоту стояння рослин і довжину колоса в сторону збільшення. Повна компенсація елементів живлення краще впливала на ці показники, ніж часткова. На внесення високих доз добрив найменше реагував сорт Імідж.

4.4. Урожайність ячменю ярого

Порівняно з іншими зерновими культурами, ячмінь ярий, відрізняється коротким періодом поглинання поживних речовин з грунту. Особлива вимогливість його до умов живлення викликана також повільним розвитком кореневої системи на початку росту, яка відзначається слабкою здатністю засвоєння важкодоступних форм елементів живлення і формування в короткий строк колоса – 8–12 днів після появи сходів. Ці біологічні особливості ячменю визначають підвищену потребу цієї культури до умов живлення на початку вегетації. Наприкінці кущіння рослини ячменю засвоюють близько половини азоту та фосфору і 2/3 калію від загальної потреби. Компенсація нестачі елементів живлення у наступні фази не забезпечує належної ефективності. Отже, для досягнення високої продуктивності дуже важливо, щоб ячмінь був забезпечений усіма необхідними поживними речовинами в перші фази онтогенезу.

У більшості сучасних сортів значно знижується зернова продуктивність через порівняно високу чутливість до зміни умов живлення та нездатності формувати повноцінний урожай у несприятливих грунтово-кліматичних умовах.

Зміна параметрів показників родючості ґрунту під впливом удобрення і культур польової сівозміни в стаціонарному досліді істотно впливало на рівень і динаміку врожайності зерна ячменю ярого (табл. 9). Шляхом розв’язання цієї проблеми є впровадження у виробництво сортів, пристосованих до конкретних умов вирощування.

Урожайність ячменю залежить від таких основних елементів структури врожаю: кількість продуктивних стебел на одиницю площі, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен. Дослідження урожайності ячменю ярого показує, що найбільш продуктивний стеблостій формується при вирощуванні його за

інтенсивними технологіями, в яких передбачено використання повного мінерального добрива (табл. 9).

Таблиця 9

Урожайність сортів ячменю ярого за різних доз удобрення, т/га

Варіант досліду	Сорт		
	Імідж	Себастьян	Подив
2022 рік			
Без добрив (контроль)	2,16	2,33	2,38
$N_{35}P_{30}K_{35}$	2,61	2,86	3,01
$N_{70}P_{60}K_{70}$	3,95	4,02	4,18
$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,11	3,48	3,53
$N_{70}P_{60}K_{35}$	3,29	3,61	3,87
$НІР_{05}$	0,14	0,12	0,13
2023 рік			
Без добрив (контроль)	2,54	2,91	2,61
$N_{35}P_{30}K_{35}$	3,01	3,18	3,24
$N_{70}P_{60}K_{70}$	4,32	4,46	4,47
$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,15	3,62	3,66
$N_{70}P_{60}K_{35}$	3,34	3,92	4,20
$НІР_{05}$	0,17	0,18	0,16
Середнє за два роки			
Без добрив (контроль)	2,37	2,64	2,51
$N_{35}P_{30}K_{35}$	2,81	3,02	3,12
$N_{70}P_{60}K_{70}$	4,13	4,24	4,32
$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,13	3,55	3,59
$N_{70}P_{60}K_{35}$	3,31	3,76	4,03

Максимальну продуктивність в середньому за два роки досліджень забезпечив варіант удобрення ($N_{70}P_{60}K_{70}$). При повній компенсації азоту і половинній компенсації фосфору і калію урожайність дещо знижувалася, в

середньому на 0,81 т/га. Найбільш сприятливі умови для формування урожаю були в 2023 р. Найкращі результати в наших грунтово-кліматичних умовах забезпечив сорт Подив, урожайність якого в середньому за два роки становила 4,33 т/га. На другому місці сорт Себастьян – 4,24 т/га, дещо поступається Імідж – 4,13 т/га.

Характеризуючи варіанти удобрення слід відмітити, що при застосуванні повної компенсації азоту на фоні половинної компенсації фосфору і калію ($N_{70}P_{30}K_{35}$) не забезпечувало достовірне зростання врожайності всіх сортів ячменю. В сорту Імідж в 2023 році приріст урожаю на цих ділянках удобрення не перевищував помилки досліду.

В цілому ячмінь ярий досить добре реагує на внесення добрив, забезпечуючи приріст врожаю в середньому в 1,7 рази.

Актуальним залишається питання пластичності сортів ячменю за різного рівня удобрення.

Для оцінки здатності сортів формувати якісне зерно на різних фонах введений показник індексу екологічної пластичності. Використання індексу дозволяє порівняти реакцію сортів на одному та більше фонах удобрення. За одиницю підрахунку приймається одиниця. Чим вищий показник, тим сорт цінніший [74]. Згідно цього показника найцінніший сорт Подив (ІЕП = 1,02), однаковий індекс пластичності у сортів ячменю Себастьян та Імідж (ІЕП = 0,98).

4.5. Вплив мінеральних добрив на якість зерна ячменю ярого

Кількісна характеристика одного або декількох властивостей продукції, що складають її якість і розглядається стосовно визначених умов її створення, експлуатації і вживання. Умови живлення зернових культур впливають не лише на врожайність, але і на якість зерна.

Відомо, що умови живлення зернових культур, в тому числі і ячменю ярого, впливають не тільки на врожайність, але і на якість зерна, його фізичні і хімічні властивості. Внесення різних доз мінеральних добрив створює різні умови живлення і поживні речовини використовуються рослинами по-різному залежно від рівня родючості ґрунту, погодних умов, а також біологічних особливостей сортів.

Якість продукції – це комплексний показний, який характеризується вмістом різних органічних сполук, які в свою чергу впливають на харчову цінність продукції, збалансованість її за макро- і мікроелементами, технологічну якість тощо. Практичним критерієм оцінки впливу того чи іншого агротехнічного заходу на продуктивність ячменю ярого є вміст білку. Внесення високих доз азотних добрив на чорноземних ґрунтах збільшує вміст білка, забезпеченість рослин фосфором і калієм сприяє розвитку кореневої системи, відіграє важливу роль в азотному обміні, сприяє формуванню крупного колоса.

За ДСТУ 3769-98 пивоварне зерно ячменю мусить мати такі показники якості: маса 1000 зерен – 38–40 г, вирівнянність – 70–85 %, енергія проростання – 92–95%, вміст білка – 11,0–11,5%, екстрактивність – 77–79 %, здатність до проростання – 92–95%, життєздатність – 95 % [35]. Маса зернівки ячменю є важливим елементом структури врожаю у створенні екстрактивності [36].

Фізичні властивості зерна у сортів ячменю були неоднакові. Як показують дані таблиці застосування мінеральних добрив мало вагомий вплив на фізичні показники якості сортів ячменю. (табл. 10).

Таблиця 10

Вплив мінеральних добрив на масу 1000 зерен ячменю ярого

(середнє за 2022–2023 рр.), г.

Варіант досліду	Сорт		
	Імідж	Себастьян	Подив
Без добрив (контроль)	38	37	38
$N_{35}P_{30}K_{35}$	40	38	41
$N_{70}P_{60}K_{70}$	40	40	41
$N_{70}P_{30}K_{35}$	39	38	39
$N_{70}P_{60}K_{35}$	40	38	40

Внесення азотних добрив в дозі N_{35} на фосфорно-калійному фоні $P_{30}K_{35}$ істотно підвищувало масу 1000 зерен в усіх сортах – до 40–41 г. у сортів Імідж і Подив, при середньому показнику у варіанті повної компенсації азоту $N_{70}P_{30}K_{35}$ – 39 г. Найвищу масу 1000 зерен в досліді мав сорт Подив. Проте внесення повної дози азотних добрив (N_{70}) на фоні ($P_{60}K_{70}$), спричинило зниження маси 1000 зерен у сортів Себастьян та Імідж, що пояснюється підвищеною продуктивністю кущистості рослин і підвищеною тенденцією до їх полягання. Показники маси 1000 зерен свідчать про те, що в однакових природньо-кліматичних умовах, на ґрунтах, добре забезпечених поживними речовинами, різні сорти ячменю ярого дещо по-різному відзиваються на дози мінеральних добрив.

Сорт Подив активно реагував на внесення мінеральних добрив і мав більшу масу 1000 зерен у порівнянні до сортів Імідж і Себастьян. Це позначилося на врожайності у варіантах досліду.

Одним з основних фізичних показників якості зерна ячменю ярого, як пивоварної сировини є – натура.

Натура зерна сортів ячменю ярого у варіантах досліду змінювалась від дози внесених добрив (табл. 11).

Таблиця 11

Вплив мінеральних добрив на натуру зерна ячменю ярого

(2022–2023 рр.), г/л

Варіант досліду	Сорт		
	Імідж	Себастьян	Подив
Без добрив (контроль)	579	589	569
$N_{35}P_{30}K_{35}$	549	589	579
$N_{70}P_{60}K_{70}$	549	569	579
$N_{70}P_{30}K_{35}$	559	579	584
$N_{70}P_{60}K_{35}$	569	584	579

Внесення азотних мінеральних добрив в дозі N_{35} на фосфорно-калійному фоні сприяло зростанню натури зерна у сортів Подив і Себастьян. Тоді як у сорту Імідж спостерігали зниження цього показника. Підвищення дози добрив до рівня $N_{70}P_{60}K_{70}$ сприяло незначному зниженню натурної маси зерна і в решти сортів. Тоді як середній показник натури у варіанті без добрив був 579 г/л. Найвищою натура зерна в досліді була в сорту Себастьян у контрольному варіанті і у варіанті з половинною компенсацією елементів живлення $N_{35}P_{30}K_{35}$ і становила 589 г/л. Решта сортів мали дещо нижче значення цього показника.

Аналіз фізичних властивостей зерна показав, що маса 1000 зерен і натура зерна змінювались в залежності від наявності в ґрунті поживних речовин та особливостей сорту. Під дією добрив в одних сортів ці показники зростали, в інших залишались на рівні контролю або знижувались.

Важливим критерієм оцінки впливу того чи іншого агротехнічного заходу на продуктивність ячменю ярого є вміст білка, тому він є одним з найважливіших показників якості зерна [37].

Внесення високих доз азотних добрив на чорноземних ґрунтах збільшує вміст білка, разом з тим забезпеченість рослин фосфором і калієм сприяє розвитку кореневої системи, відіграє важливу стабілізуючу роль в азотному обміні, сприяє формуванню крупного колоса [38].

Як показали наші дослідження, живлення рослин помітно впливало на вміст білка в зерні ячменю ярого всіх сортів (табл. 12). Ми бачимо, що у варіанті без застосування добрив зерно всіх сортів має добрі пивоварні якості і вміст білка не перевищував допустимий рівень.

Таблиця 12

Вплив добрив на вміст білка в зерні ячменю ярого, %

Варіант досліду	Сорт		
	Імідж	Себастьян	Подив
2022 рік			
Без добрив (контроль)	10,8	11,1	11,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	11,2	11,4	12,5
$N_{70}P_{60}K_{70}$	12,8	11,6	13,4
$N_{70}P_{30}K_{35}$	12,1	11,5	12,9
$N_{70}P_{60}K_{35}$	12,1	11,2	12,9
2023 рік			
Без добрив (контроль)	10,5	11,0	11,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	10,9	11,2	12,1
$N_{70}P_{60}K_{70}$	12,3	11,3	13,1
$N_{70}P_{30}K_{35}$	11,7	11,5	12,5
$N_{70}P_{60}K_{35}$	11,4	11,1	12,2
Середнє за два роки			
Без добрив (контроль)	10,6	11,0	11,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	11,0	11,3	12,3
$N_{70}P_{60}K_{70}$	12,5	11,4	13,2
$N_{70}P_{30}K_{35}$	11,9	11,5	12,7
$N_{70}P_{60}K_{35}$	11,7	11,1	12,5

Внесення половинної норми мінеральних добрив $N_{35}P_{30}K_{35}$ збільшувало вміст білка в зерні ячменю всіх сортів. При цьому допустимий вміст білка в зерні ячменю (ДСТУ 3769–98) досліджуваних сортів зафіксований у контрольному варіанті і при внесенні половинної норми, виключення склав сорт Подив. Внесення азотних та фосфорно-калійних добрив підвищувало вміст білка в зерні сорту Подив до 12,4 і 13,3 %, що є не допустимим для пивоварної сировини. Сорт Імідж лише у варіанті повної компенсації елементів живлення формував зерно з високим вмістом білка. Зерно сорту Себастьян зібране з усіх варіантів удобрення мало допустимий вміст білка за ДСТУ на пивоварний ячмінь.

За результатами досліджень можна зробити висновок про те, що зерно сортів Імідж і Себастьян, отримане у варіантах без добрив та $N_{35}P_{30}K_{35}$ мало допустимий вміст білка для пивоваріння – в межах 11,5 %. Внесення азотних добрив в дозі (N_{70}) на фоні половинної компенсації фосфору сприяє формуванню зерна з високим вмістом білка в сортів Імідж і Подив, який перевищує вимоги стандарту до пивоварного ячменю. Це зерно може бути використане на продовольчі та кормові цілі. Отже, оптимальним з погляду якісних показників слід вважати варіант із внесенням добрив в дозі ($N_{70}P_{60}K_{70}$) для сорту Себастьян. За такого співвідношення мінеральних елементів удобрення не тільки досягається найбільша продуктивність сорту, а й забезпечуються хороші показники пивоварної якості зерна.

Отже, внесення мінеральних добрив має істотний вплив на формування пивоварних властивостей зерна в досліджуваних сортів. Найкраще в створених умовах проявив себе сорт Себастьян.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДОЗ ДОБРИВ ПІД ЯЧМІНЬ ЯРИЙ

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

Економічну ефективність характеризують наступні показники: урожайність по варіантах, прибавка урожаю, собівартість 1 ц продукції, умовно чистий дохід, рентабельність, додаткові витрати, рентабельність додаткових витрат. 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 [39].

Економічну ефективність ми визначали при внесенні мінеральних добрив безпосередньо під ячмінь ярий, дози яких становили $N_{35}P_{30}K_{35}$, $N_{70}P_{60}K_{70}$, $N_{70}P_{30}K_{35}$, $N_{70}P_{60}K_{35}$, показники урожайності для розрахунків брали за цінами 2023 року. До затрат на застосування добрив додавали, відповідно по варіантах затрати пов'язані із вартістю мінеральних добрив та їх внесення. Розрахунки технологічної карти вирощування ячменю ярого у варіанті $N_{35}P_{30}K_{35}$ при урожайності 4,24 т/га наведено в додатку В. Економічна ефективність застосування різних доз добрив під ячмінь ярий наведено в таблиці 13.

Таблиця 13

Економічна ефективність застосування різних доз добрив під ячмінь ярий в польовій сівозміні

Сорт	Варіант досліду	Урожайність, т/га	Витрати на вирощування культури, грн/га	Ціна реалізації, 1т, грн	Валова вартість продукції, грн/га	Умовно-чистий прибуток від застосування добрив, грн	Рентабельність застосування добрив, %
Імідж	$N_{35}P_{30}K_{35}$	2,81	14062	5370	15089	1027	7
	$N_{70}P_{60}K_{70}$	4,13	19712	5370	22178	2466	12
	$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,13	16414	5370	16808	394	2
	$N_{70}P_{60}K_{35}$	3,31	17125	5370	17774	649	4
Себастьян	$N_{35}P_{30}K_{35}$	3,02	14062	5670	17123	3061	21
	$N_{70}P_{60}K_{70}$	4,24	19712	5670	24041	4329	22
	$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,55	16414	5370	19063	2649	16
	$N_{70}P_{60}K_{35}$	3,76	17125	5670	21319	4194	24
Подив	$N_{35}P_{30}K_{35}$	3,12	14062	5370	16754	2692	19
	$N_{70}P_{60}K_{70}$	4,32	19712	5370	23198	3486	18
	$N_{70}P_{30}K_{35}$	3,59	16414	5370	19278	2864	17
	$N_{70}P_{60}K_{35}$	4,03	17125	5370	21641	4516	26

За даними проведеного нами польового досліду найбільшими витрати на вирощування культури в досліді були у варіанті $N_{70}P_{60}K_{70}$. Сума витрат у цьому варіанті становить 19712 грн/га. При внесенні добрив у дозі $N_{35}P_{30}K_{35}$ витрати, пов'язані з вирощуванням ячменю ярого складають відповідно 14062 грн./га. Це найменші витрати у досліді.

Отже, приріст урожаю від застосування високих доз добрив за був найвищим в досліді в сорту Подив – 1,83 т/га і найвищий умовно-чистий прибуток в досліді 4516 грн/га. Проте лише в сорту Імідж рентабельність у варіантах з добривами була меншою 10 %. Найвищий рівень рентабельності спостерігався в сорту Подив за внесення ($N_{70}P_{60}K_{70}$) і становив 26 %, проти 24 % у сорту Себастьян.

РОЗДІЛ 6

ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

В сучасній технології вирощування сільськогосподарських культур широко застосовують техніку, засоби захисту, мінеральні добрива. Все це сприяє підвищенню врожаю, але в той же час вимагає організації відповідних умов і охорони праці.

Умови праці – це сукупність факторів зовнішнього середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі праці. Умови праці на кожному робочому місці формуються під впливом таких груп факторів: виробничих, санітарно-гігієнічних, факторів безпеки, інженерно-психологічних, естетичних та соціальних.

Основні положення з охорони праці в Україні встановлені і регламентується Конституцією України (основним законом), Кодексом законів про працю і законом „Про охорону праці”, а також розробленими на їх основі і відповідно до них нормативно-правовими актами.

Велике значення має охорона праці в сільському господарстві, особливо при роботі з мінеральними добривами. Правильне і своєчасне внесення добрив у ґрунт потребує застосування високопродуктивної техніки, чіткої організації робіт, і безумовно, створення необхідних гігієнічних умов для тих, хто з ними працює.

Мінеральні добрива, в залежності від їх хімічних і фізичних властивостей, можуть діяти на людину у вигляді парів, газоподібних речовин та аерозолів, які шкідливо діють на організм. Потрапляючи на шкіру або в органи дихання, вони можуть негативно впливати на здоров’я, а в деяких випадках можуть бути небезпечними для життя. Сипкі і порошкоподібні азотні, фосфорні й

калійні добрива мають властивість сильно подразнювати шкіру, слизові оболонки і дихальні шляхи.

Під час внесення добрив у сільськогосподарських підприємствах використовують необхідну техніку, але у нашому випадку, на дослідній ділянці, через відносно малу її територію та необхідність внесення добрив у визначеній кількості, їх внесення відбувається вручну. Для захисту від шкідливих парів, газів чи пилу використовують спецодяг і захисні засоби, які включають в себе: комбінезони (з водонепроникних тканин), чоботи, протигази, респіратори (ШБ – 1; Ф – 62 Ш і У – 2К), окуляри, бавовняні рукавиці із спеціальним покриттям і т.д.

Згідно з „Типовим положенням про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці" (НПАОП 0.00 – 4.12 – 05), усі працівники, студенти проходять навчання, інструктаж з охорони праці, вивчають правила надання першої долікарської допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правила поведінки при виникненні аварій. Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки (згідно з переліком таких робіт, що затверджується наказом Держгірпромнагляд), а також де є необхідність у професійному підборі, проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці в термін, встановлений відповідними галузевими нормативними актами, але не рідше одного разу на рік. Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання та перевірку знань – забороняється [40].

Для здійснення безпечних умов праці на базах і складах мінеральних добрив повинні бути в наявності: спецодяг, аптечки першої допомоги, інструкції і плакати з техніки безпеки, водопостачання, каналізація, опалення, вентиляція, побутові приміщення, компресорні установки для очистки машин.

При внесенні добрив не дозволяється знаходитись поряд з робочими органами машин, а при роботі дискових розкидачів ближче 50–80 м від них. Завантаження машин добривами слід проводити лише при повній її зупинці.

Всі приводи машини повинні бути закриті захисними щитками. Змащування і регулювання робочих органів слід проводити лише при повній зупинці машини і виключеним двигуном трактора. Не дозволяється сидіти на машині і знаходитися між трактором і машиною при транспортуванні і внесенні добрив. Швидкість руху машин при внесенні добрив не повинна бути вищою встановленої технічними умовами. В транспорті з добривами заборонено перевозити людей, харчові продукти, питну воду і предмети домашнього використання.

При роботі з навантажувачами можна виходити з трактора тільки при опущеному на землю ковші. Під час роботи не дозволяється підходити до навантажувача з боку робочих органів. Злежані добрива перед навантаженням необхідно розрихлити. Не можна піднімати вантажі більшої маси, ніж передбачено технічними умовами навантажувача. При навантаженні і розвантаженні варто знаходитися з навітряної сторони. Після закінчення роботи вантажопідйомних механізмів і під час перерви, вантаж не повинен залишатися в піднятому стані. Забороняється піднімати і переміщати вантажі з людьми і над людьми. При транспортуванні незатарених сипучих мінеральних добрив, з метою запобігання їхніх втрат, кузова автомашин і причепів повинні бути герметизовані й укриті брезентом. При безперервній роботі з добривами рекомендується робити п’ятихвилинні перерви через кожні півгодини роботи в респіраторі.

Робітники і студенти, які працюють з добривами повинні щороку проходити медогляд. До роботи не можна допускати: підлітків віком до 18 років, вагітних жінок, а також тих жінок, які мають грудних дітей та осіб, що мають медичні протипоказання. Вживати їжу і відпочивати під час роботи дозволяється лише у обладнаних для цього місцях. На робочих місцях мають бути бачки з питною водою, умивальники, мило та рушники. Перед вживанням їжі необхідно добре вимити руки та обличчя з милом, водою прополоскати

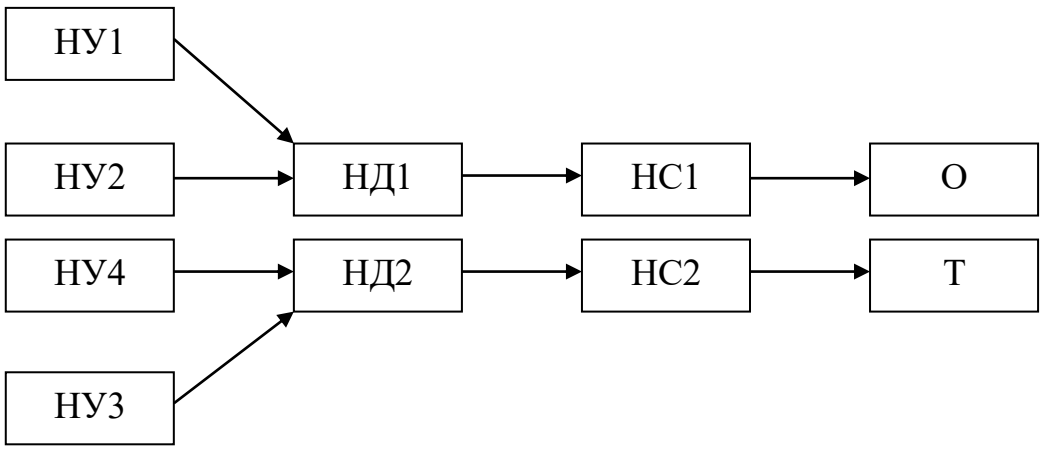
ротову порожнину, видавати спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, а після закінчення – прийняти душ [41].

Добрива на великих ділянках необхідно вносити груповим методом, при якому поля розбивають на загінки і для кожної машини відводять ділянки, рівні ширині захвату даного агрегату. Відстань між агрегатами, що рухаються по полю обирають, враховуючи напрям і силу вітру, а також конфігурацію поля, їх розташовують таким чином, щоб добрива, які розкидаються передньою машиною (коли на полі працює більше одного агрегату), не потрапляли на машину, що їде за нею. Якщо працює кілька агрегатів, то призначається старший групи. Він слідкує за виконанням правил техніки безпеки.

Для поліпшення роботи з охорони праці, при внесенні добрив, необхідно впроваджувати наступні заходи: видавати спецодяг та інші засоби індивідуального захисту робітникам, студентам; в обов'язковому порядку проводити всі види інструктажів з охорони праці; вчасно проводити заміну засобів захисту; не допускати до роботи техніку з несправними механізмами; необхідно посилити контроль за дотриманням всіх застережних заходів з охорони праці, це дасть можливість покращити не тільки самі умови та якість праці в цілому, а й підвищити її продуктивність [42].

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.

Розглянемо модель шкідливих виробничих факторів при внесенні добрив.



НУ1 – виділення фосфорного ангідриду і вільної фосфорної кислоти;

НУ2 – незадовільне проведення навчання з охорони праці;

НУ3 – відсутність решітки на розкидачу;

НУ4 – несправність машин та агрегатів, що призначені для внесення добрив;

НД1 – робота без засобів індивідуального захисту;

НД2 – обслуговуючий персонал знаходиться в зоні роботи розкидача мінеральних добрив;

НС1 – потрапляння пилу через дихальні шляхи або відкриті ділянки тіла;

НС2 – попадання злежаних кусочків добрив по обслуговуючих працівникам;

О – отруєння, опіки шкіряного покриву, дихальних шляхів;

Т – травма.

Для підвищення рівня техніки безпеки і охорони праці при виконанні робіт з добривами на посівах ячменю ярого необхідно впроваджувати такі заходи:

1. Підвищити якість проведення інструктажів з охорони праці відповідно до існуючого законодавства про охорону праці з послідуючою перевіркою знань;

2. Відповідно до існуючого законодавства про охорону праці провести навчання з послідуючою перевіркою знань.

3. Посилити контроль за виконанням правил безпеки праці під час проведення сільськогосподарських робіт.

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Широке впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, використання в підвищених нормах органічних і мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних засобів порушують природні умови і забруднюють навколишнє середовище – є інтенсифікацією виробництва. Наявність у мінеральних добривах різних токсичних домішок, незадовільна їх якість, а також можливі порушення технології використання можуть призвести до серйозних негативних наслідків. Тому збереження в чистоті навколишнього середовища є одним із важливих завдань працівників сільського господарства. Завдання полягає в тому, щоб повсюди впроваджувалися природоохоронні, ресурсозберігаючі технології, які б забезпечували збереження в чистоті води, повітря, держання екологічно чистих продуктів. Особливого значення надається правильній системі удобрення сільськогосподарських культур. Поряд з підвищенням урожайності і поліпшенням якості продукції на перший план слід поставити такі питання, як збереження і підвищення родючості ґрунтів на основі ефективного застосування добрив, раціональне використання природних угідь, запобігання змиву і вимивання поживних речовин дощовими, талими і ґрунтовими водами, своєчасне проведення рекультивації земель, успішне здійснення заходів боротьби з ерозією і техногенним забрудненням навколишнього середовища [43].

Одним із важливих антропогенних впливів на природне середовище є несприятлива дія органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів і різних відходів промисловості, що застосовуються для удобрення сільськогосподарських культур. Ця дія виявляється такими негативними явищами: погіршення агрохімічних властивостей і родючості грунту, зміною балансу поживних речовин і їх кругообігу в небажаний бік при неправильному

застосуванні добрив; еутрофікацією природних водойм у результаті посиленого розвитку водоростей та утворення планктону під час надходження великої кількості поживних речовин у ґрунтові води; захворюванням рослин різними грибковими хворобами, погіршення фітосанітарного стану грунту і посівів під час порушення оптимізації живлення рослин макро і мікро-елементами; негативним впливом на діяльність сільськогосподарських і промислових підприємств здоров'я людей і тварин окремих хімічних елементів і сполук, які потрапляють в атмосферу під час розкладання добрив.

Система удобрення культур у сівозміні повинна забезпечувати правильне поєднання органічних і мінеральних добрив, внесення їх в оптимальних нормах і співвідношеннях. При виборі форм і норм добрив треба враховувати не лише задоволення потреб рослин в елементах живлення, перетворення їх у ґрунті залежно від періоду внесення, а також можливість нагромадження в сільськогосподарських продуктах і кормах токсичних речовин. Так, підвищені норми азотних добрив при незбалансованості фосфору і калію призводять до нітратного забруднення навколишнього середовища, викликають нагромадження в сільськогосподарських продуктах і кормах нітратів і нітритів [44].

Негативні екологічні наслідки спричинюють не лише азотні, а й фосфорні добрива. У зв'язку з малою рухомістю фосфору, він може не вимиватися з грунту, і концентрація його в річках та озерах в зоні інтенсивного застосування фосфорних добрив не перевищує 0,16 мг/л поти гранично допустимої концентрації у питній воді 10 мг/л. Отже, застосування фосфорних добрив в оптимальних нормах практично не виявляє негативної дії на навколишнє середовище. Проте слід зауважити, що застосування необґрунтовано високих норм фосфорних добрив призводить до зниження засвоюваності рослинами мікроелементів і викликає забрудненість грунту фтором, що міститься в добривах. Фтор має високу хімічну активність і таму є небезпечним для здоров'я людей і тварин.

Токсичність фосфору для людей залежить від співвідношення CaO і P_2O_5. Нешкідливим вважається співвідношення цих елементів на рівні 1:1 або 1:1,5. якщо воно порушується, то надлишок фосфору в продуктах харчування може викликати різні захворювання.

Негативна дія калійних добрив на навколишнє середовище виявляється в результаті надходження в ґрунт хлору. Так, при внесенні 60 кг/га K_2O у формі хлориду калію рослини засвоюють лише 1/6 частину хлору, що міститься в добриві, решта його залишається в дренажних водах. В чутливих до наявності хлору культур (картопля, огірки, конюшина, капуста, помідори) знижується врожайність і погіршується якість продукції. Хлор, що знаходиться в ґрунтовому розчині, взаємодіє з грунтово вбирним комплексом та утворює з основними елементами грунту розчинні солі, що вимиваються у глибокі горизонти. Внаслідок чого відбувається збіднення орного шару на Ca, Ma, Na.

Внесені у великих кількостях мінеральні добрива, особлива азотні і калійні, зумовлюють підкислення ґрунтового розчину, підвищують осмотичний тиск, викликають засолення, порушують нормальний хід окисно-відновних процесів у ґрунті, що створює несприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур.

Застосування хімічних засобів повинно здійснюватись комплексно з тим, щоб досягти їх гармонійного впливу на ґрунт і рослину. Так, внесення фізіологічно кислих добрив повинно поєднуватися з вапнуванням, коли вапно не лише ліквідовує підвищену кислотність, а й одночасно сприяє оптимізації живлення рослин та поліпшенню властивостей грунту. Застосування фосфорних добрив також повинно поєднуватися з внесенням цинку, оскільки фосфорні добрива, особливо на карбонатних ґрунтах, знижують рухомість цинку і в деяких випадках викликають цинкове голодування рослин.

Оптимізація живлення макро- і мікродобривами суттєво знижує надходження в рослини токсичних елементів, це має велике значення, особливо в місцях інтенсивного промислового виробництва, де можливе техногенне

забруднення грунту і рослин важкими металами та радіонуклідами. Техногенне забруднення грунту різними елементами може змінювати хімічний склад грунту, його агрохімічні, фізико-хімічні і біологічні властивості, склад та активність ґрунтових мікроорганізмів.

Для того щоб забезпечити екологічну чистоту навколишнього середовища, слід поєднувати внесення рідкого без підстилкового гною з традиційним підстилковим гноєм та різними компостами, що знижує забрудненість навколишнього середовища важкими металами та шкідливою мікрофлорою.

Охорона навколишнього середовища повинна передбачати удосконалення технології утилізації гною, створення науково обґрунтованих санітарно-захисних зон з метою зменшення негативної дії відходів тваринництва на повітря, воду, ґрунт і рослини.

Враховуючи, що в Україні в сільському господарстві нині застосовують дуже мало мінеральних добрив (у десятки разів менше, ніж у європейських країнах) і мабуть, швидкого зростання їх кількості найближчим часом не очікується, гострота проблеми можливих негативних наслідків від них зменшується. Забруднення навколишнього середовища може відбуватися тільки локально, через порушення наукових рекомендацій щодо застосування добрив. Потенційну небезпеку негативних явищ при використанні хімічних засобів можна лише за умови, що наукові рекомендації не будуть порушуватися. Забезпечити це можливо при наявності в господарстві кваліфікованих менеджерів, спеціалістів, за сумлінного і відповідного ставлення їх до роботи [45].

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення питання вибору сорту ячменю ярого з урахуванням необхідності одержання зерна певної якості та параметрів показників родючості чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України, що виявляється в наступному:

1. Застосування мінеральних добрив значно змінює рівень родючості грунту. Не зважаючи на високі дози внесення мінеральних добрив чорнозем опідзолений за вмістом лужногідролізованого азоту відноситься до групи ґрунтів з низьким рівнем забезпеченості рослин азотом. Це вказує на те, що при розробці системи удобрення особливу увагу слід приділяти азотному компоненту. Під впливом тривалого використання високих доз добрив кількість рухомих сполук фосфору і калію збільшується в 1,5 рази відносно контролю.

2. Внесення добрив у сівозміні позитивно впливає на показники врожаю ячменю: кількість продуктивних стебел, маса зерна в колосі, кількість зерен у колосі. Збільшення доз добрив вплинуло на висоту стояння рослин і довжину колоса в сторону збільшення.

3. Максимальну продуктивність в середньому за два роки досліджень забезпечив варіант удобрення ($N_{70}P_{60}K_{70}$). При внесенні рівнозначної дози азотних та половинної дози фосфорних і калійних мінеральних добрив урожайність дещо знижувалася, в середньому на 10%. Найкращі результати в наших грунтово-кліматичних умовах забезпечив сорт Подив, урожайність якого в середньому за три роки становила 4,32 т/га. На другому місці Себастьян – 4,24 т/га, дещо поступається Імідж – 4,13 т/га.

4. Усі сорти реагували підвищенням вмісту білка при внесенні високих доз мінеральних добрив. При застосуванні $N_{70}P_{60}K_{70}$ вміст білка зростав і був у сорту Імідж – 12,5; Себастьян – 11,4; Подив – 13,2 %.

5. Найбільш економічно доцільним на фуражні цілі є вирощування ячменю ярого сорту Подив за удобрення ($N_{70}P_{60}K_{35}$). При цьому чистий дохід від застосування добрив складає 4516 грн/га, а умовний рівень рентабельності застосування добрив сягає 26%. Якщо ячмінь ярий вирощувати на пивоварні цілі, то слід висівати сорт Себастьян і вносити під нього $N_{70}P_{60}K_{70}$. Оскільки за таких умов ми отримали високий умовний чистий прибуток в досліді 4329 грн/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення родючості чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України у зерновій сівозміні та реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого доцільно застосовувати удобрення ($N_{70}P_{60}K_{35}$).

З метою формування високих і сталих урожаїв ячменю ярого на чорноземі опідзоленому з різною родючістю необхідно забезпечити правильний підбір сорту: на ґрунтах з низьким рівнем забезпеченості рослин азотом, середнім фосфором і калієм, де насиченість становить $N_{70}P_{60}K_{70}$ доцільно висівати сорт Себастьян на пивоварні цілі, а сорт Подив – на кормові так як у варіанті ($N_{70}P_{60}K_{35}$) він мав найбільший умовно-чистий прибуток від застосування добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.Бельдій Н. Ячмінь – культура прибуткова / Н. Бельдій, М. Загинайло, А. Носуля // Пропозиція. 2009. №4. С. 54–56.

2.Грунтознавство / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, М.І. Лактіонов та ін.,; За ред. Д.Г. Тихоненка. К.: Вища освіта. 2015. 703 с.

3.Сайко В.Ф. Проблема забезпечення грунтів органічною речовиною // Вісник аграрної науки. 2003. №5. С. 5–8.

4.Шевцов Н.М. Способ воспроизводства плодородия и повышения продуктивности почв // Агрохимия. 2015. №7. С. 77–85.

5.Тараріко О.Г. Сталий розвиток аграрних систем в XXI столітті у контексті глобальних змін клімату // Сталий розвиток агроекосистем. Матеріали міжнародної наукової конференції. Вінниця. 2012. С. 16–18.

6.Основи інтегрованого застосування добрив / Г.М. Господаренко. – К:.ЗАТ «НІЧЛАВА». – 2002. – 344 с.

7.Філон В.І. Взаємодія мінеральних добрив з ґрунтом // Вісник аграрної науки. 2009. №7. С. 19–20.

8.Шевель І.В. Вплив добору культур у сівозміні, фонів удобрення та обробітку грунту на баланс гумусу в зрошуваному чорноземі // Вісник аграрної науки. – 2016. – №7. – С. 65–67.

9.Геркіял О.М. Зміни запасів гумусу в грунті протягом тривалого використання його без удобрення та на фоні різних видів і норм добрив // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. – 2007. – Вип.64, ч.1. – С. 48–53.

10. Польовий В.М. Особливості агрохімічної деградації грунту залежно від удобрення // Вісник аграрної науки. – 2015. – №3. – С. 23–25.

11. Булигін С.Ю. Гумусний стан чорноземів України / С.Ю. Булигін, В.В. Дегтярьов, С.В Кронін // Вісник аграрної науки. – 2007. – №2. – С. 13–16.

12. Кравець І.С. Зміни в азотному фонді та баланс азоту чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.04. – Харків. – 2011. – 20 с.

13. Загинайло М.І. Пластичні, врожайні // Насінництво. – 2016. – №2. – С. 14–17.

14. Загинайло М. Сортові ресурси ячменю ярого // Пропозиція. – 2021. – №11. – С. 62–65.

15. Левин И.Ф. Качество зависит от сорта / И.Ф. Левин, Е.В. Кожемякин // Зерновое хозяйство.– 2016. – №1. – С. 6–7.

16. Сорока Ю. Ярий ячмінь і овес // Агроперспектива. – 2005. – №4. – С. 22–24.

17. Соколов В.М. Пластичні, витривалі, стійкі // Насінництво. – 2009. – №8. – С. 11–12.

18. Михайлов В.Г. Високопродуктивні, пластичні, стійкі // Насінництво. – 2009. – №8. – С. 11–12.

19. Рибалко Я. Сорт міняти прибуткам сприяти /Я. Рибалко, Н. Майстер // Пропозиція. – 2016. – №10. – С. 57–60.

20. Логвиненко Ю.В., Логвиненко В.О. Життєздатність і насіннєва продуктивність елітних рослин гібридних популяцій ячменю ярого // Вісник аграрної науки. – 2001. – №12. – С. 38–41.

21. Вовченко А. Зернофуражное поле Черкащини // Пропозиція. – 2002. – №12. – С. 44.

22. Лінчевський А.А. Головний фактор високого врожаю ячменю // Насінництво. – 2009. – №4. – С. 4–7.

23. Гораш О.С. Біологічні особливості сортів ячменю ярого за параметрами маси зернівки // Вісник аграрної науки. – 2015. – №8. – С. 30–32.

24. Гораш О.С Взаємозв’язок пивоварного ячменю залежно від норм висіву та мінерального удобрення // Вісник аграрної науки. – 2007. – №7. – С. 27–30.

25. Гораш О.С Вплив норм висіву, мінерального удобрення на ріст і розвиток ячменю // Вісник аграрної науки. – 2016. – №9. – С. 32–35.

26. Гораш О.С Особливості формування урожаю пивоварного ячменю у взаємозв’язку з якістю // Вісник аграрної науки. – 2007. – №3. – С. 27–30.

27. Гораш О.С. Формування урожайності зерна ячменю ярого / О.С. Гораш, Р.І. Климшина // Вісник аграрної науки. – 2008. – №5. – С. 25–27.

28. Гораш О.С. Агробіологічне обгрунтування управління процессом кущіння рослин ячменю / О.С. Гораш, В.Я. Хоміна // Вісник аграрної науки. – 2009. – №7. – С. 28–32.

29. Буджерак А.І. Реакція ячменю на післядію різних систем удобрення // Вісник аграрної науки. – 2001. – №6. – С. 11–13.

30. Пабат І.А. Рівень продуктивності ярого ячменю в залежності від попередників, добрив і обробітку грунту в Степу / І.А. Пабат, А.І. Горбатенко, А.Т. Горобець // Хранение и переработка зерна. – 2012. – №4. – С. 25–27.

31. Найбільш поширені та перспективні сорти зернових культур/ 2021. – С. 20–29. https://nosivkasds.com.ua/uk/p/721528508-nasinnya-yarogo-yachmenyu/

32. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України / М.В. Недвига. – К.: Сільгоспосвіта, 1994. – 344 с.

33. Основи наукових досліджень з агрохімії: Підручник / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко та ін.]; під ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

34. Зубець М. Наші чорноземи – неоціненне надбання природи [текст] / М. Зубець, С. Балюк, Б. Носко // Агробізнес сьогодні. – 2009. – №9. – С. 12–15.

35. Бураков И.И. Гумус – основа плодородия почв //Агровісник. Україна. – 2007. – №1. – С. 41–45.

36. Капштик М.В. Відтворення органічної речовини чорноземів як передумова органічного виробництва // Вісник аграрної науки. – 2009. – №9. – С. 8–13.

37. Карасюк І.М., Білан І.А., Бойко Г.І. 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.

38. Христиненко А.О. Рухомість рухомих елементів живлення рослин у грунті // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С. 16–20.

39. Плотнікова М.Ф. Методика оцінки ефективності зернової галузі / Плотнікова М.Ф. // Вісник аграрної науки. – 2006. – №1. – С. 75–77.

40. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай – 1994. – 267 с.

41. Бутко Д.А., Лущенков В.Л., Рогач Ю.П. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 2002. – 344 с.

42. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. Геврика Є.О. – Львів. – 2000. – 279 с.

43. Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні основи природокористування /за редакцією П.І.Мороза: Навчальний посібник.– Умань: УДАА, 2001.– 456 с.

44. Джигерей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Навчальний посібник. – Вид. 2-ге, доп. – Львів, Афіша, 2000 – 272 с.

45. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – 3-тє., випр. і доп. – Суми: ВТД «Університетська книга»; К.: Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005. – 302 с.

Д О Д А Т К И