МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРА НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ДЖУЛАЙ Микола Анатолійович

Керівник: ГОСПОДАРЕНКО Григорій ,
д. с.-г. н., ст. впрофесор

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....

РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО 5

1.1 Морфо-біологічна характеристика та агроекологічні особливості яменю ярого 5

1.2 Особливості живлення ячменю ярого 9

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ 17

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 19

3.1. Характеристика ґрунту..... 19

3.2. Кліматичні та погодні умови..... 20

3.3. Схема досліду..... 22

3.4. Агротехнологія в досліді..... 23

3.5. Методика проведення досліджень 23

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ 25

4.1. Динаміка процесів росту й розвитку ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів 25

4.2. Елементи структури врожаю та урожайність зерна ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів 27

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО 32

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ... 35

6.1 Модель небезпек у виробництві та заходи для їх зниження під час застосування мінеральних добрив 35

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні мінеральних добрив..... 37

ВИСНОВКИ..... 39

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 41

ДОДАТКИ..... 47

ВСТУП

Сучасні регулятори росту препарати впливають на основні фізіологічні процеси у рослинах та ґрунті, діючи як імуностимулятори та антистресори. Проте є недостатньо досліджень щодо впливу біологічних препаратів на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, мікробіологічні процеси в ґрунті та можливість їх комбінованого використання. Зокрема, необхідно дослідити взаємовплив добрив, позакореневих підживлень мікродобривами на основні фізіологічно-біохімічні процеси, його характер і вплив на урожайність сільськогосподарських культур [1].

За сучасних умов важливого значення набуває питання органічного виробництва, за якого застосовують добрива органічного походження, використовують переважно побічну продукцію попередника – солому та сидерати. Вивчення впливу таких добрив на продуктивність основних сільськогосподарських культур півдня України особливо важливе у зв'язку з високими цінами на мінеральні добрива, а замінення частини елементів живлення за рахунок соломи та сидератів набуває першочергового значення.

Сучасні регулятори росту рослин впливають на основні фізіологічні процеси у рослинах та ґрунті, діючи як імуностимулятори та антистресори [2]. Проте є недостатньо досліджень щодо впливу біологічних препаратів на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, мікробіологічні процеси в ґрунті та можливість їх комбінованого використання. Зокрема, необхідно дослідити взаємовплив добрив та регуляторів росту на основні фізіологічно-біохімічні процеси, його характер і вплив на урожайність сільськогосподарських культур.

Об'єкт досліджень – Технологія вирощування ячменю ярого сорту Сталкер у Лісостеповій зоні України..

Предмет досліджень – Вплив різних варіантів удобрення (мінеральні добрива, сидерати) та позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-

БТУ-р на ріст, розвиток, елементи структури врожаю, якість зерна та урожайність ячменю ярого.

Мета дослідження: Оптимізувати технологію вирощування ячменю ярого шляхом вивчення впливу мінеральних добрив, сидератів і позакореневого підживлення на продуктивність та якість врожаю, щоб забезпечити підвищення врожайності і стійкості культури до несприятливих умов вирощування.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

1. Дослідити динаміку росту та розвитку рослин ячменю ярого залежно від удобрення і позакореневого підживлення.
2. Вивчити вплив досліджуваних факторів на формування площі листкової поверхні, висоти рослин та листкового індексу.
3. Визначити вплив мінерального удобрення, сидератів і позакореневого підживлення на елементи структури врожаю та якість зерна.
4. Оцінити урожайність ячменю ярого за різних варіантів удобрення та позакореневого підживлення.
5. Розробити рекомендації щодо підвищення ефективності технології вирощування ячменю ярого.

Наукова новизна полягає в обґрунтуванні наукових принципів та практичних рекомендацій щодо покращення елементів у технології вирощування ячменю ярого; підвищення його урожайності зерна під впливом сучасних рістрегулюючих препаратів на фоні використання помірних доз мінеральних добрив.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено і рекомендовано виробництву вдосконалені технологічні заходи вирощування ячменю ярого з використанням біопрепаратів

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на XIII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

1.2 Морфо-біологічна характеристика та агроекологічні особливості яменю ярого

Рід ячменю, також відомий як Hordeum L., включає приблизно 30 видів, серед яких лише один є культурним - ячмінь посівний (N. sativum Jessen) з плоїдією 2n-14. Усі інші є багаторічними та однорічними формами диких видів ячменю з різним набором хромосом 2n-14, 28, 48 [3].

Залежно від кількості розвинених плодоносних колосків на членику стрижня колоса культурний вид ячменю розділяється на три підвиди: дворядний ячмінь (H. s. distichum L.), який має один середній зерновий колос на кожному виступі членика, а інші два залишаються безплідними, що призводить до формування колоса з двох рядів зерен; багаторядний ячмінь (H.s. vulgare L.), де на кожному виступі членика нормально розвиваються всі три колоски, утворюючи у колосі шість рядів зерен; проміжний ячмінь (H.s. intermedium Vav. et. Ort.), у якого на кожному черговому виступі членика може розвиватися від одного до трьох плодоносних колосків, а кількість рядів зерен в колосі залишається невизначеною [3, 4].

Рекомендовані в Україні сорти ячменю належать до дворядного або шестирядного підвиду [5].

Культурний ячмінь - однорічна яра або озима трав'яниста рослина.

Коренева система - мичкувата, проникає у грунт на глибину до 100 см і в ширину - до 90 см.

Стебло - циліндрична порожниста соломина висотою від 50 до 135 см і діаметром від 2,5 до 4 мм, складається з 5-7 міжвузлів, покрите восковим нальотом та схильне до вилягання.

Листочки мають добре розвинуті білуваті (іноді антоціанові) вушка, які охоплюють стебло своїми кінцями. Язичок короткий, з облямівкою. Довжина листкових пластинок становить 12-25 см, ширина - 8-25 мм.

Суцвіття - дворядний або багаторядний колос незакінченого типу. На кожному виступі членика розміщується три одноквіткових колоски.

Різні будови колосків залежать від типу рослини: у дворядних сортів ячменю середні колоски є плодоносними, бічні - не плодоносні; у багаторядних - всі колоски плодоносні. У плодоносних колосках обох видів є дві вузькі луски колоска та дві широкі квіткові, які у сортів із прозорою оболонкою ростуть з зернятком, у сортів з голим зерном - огинають зернятко без росту [6].

За ступенем редукції безплідних колосків дворядний ячмінь поділяють на дві групи: nutantia R. Reg., в якого недорозвинені бічні колоски мають колоскові й квіткові лусочки, та deficientia R. Reg., у бічних колосків якого є лише колоскові лусочки.

Остюки можуть бути подовгуватими (більші за довжину колоса у 1,5 раза), середніми (трохи перевищують довжину колоса) або короткими (приблизно такі ж у довжині, або трохи скорочені); грубі (широкі, ламаються), ніжні (тонкі, гнучкі) або середньо-грубі. Безості форми ячменю дуже рідко зустрічаються [7, 8].

У ячменю шестигранного (H. hexastichum L.) колос щільний і всі колоски відхилені від стрижня в боки приблизно під одним гострим кутом, утворюючи в поперечному розрізі правильний шестикутник; у чотиригранного (H. tetrastichum) – з трьох колосків на виступі кожного членика бічні колоски відхилені в боки від стрижня, середній притиснений до нього і колос у поперечнику набирає форму чотирикутника [9–11].

У порівнянні з іншими хлібами першої групи, ячмінь ярий вважається найбільш витривалим до посушливих умов. Йому необхідно мінімум води для проростання насіння (45-50%) і має відносно низький рівень транспірації, який знаходиться в межах від 300 до 450. Ця культура дуже чутлива до вологи під

час колосіння, але може виявити погану стійкість до весняної посухи на початку вегетації через обмежену кореневу систему. При зайвій вологості на заболочених або неглибоких грунтах урожайність ячменю різко падає [3, 12].

Ячмінь є рослиною довгого дня та типовою культурою, яка запилюється перед розпусканням колоса. Він має 5-8 корінців та формує 4-5 пагонів, що дає йому перевагу перед ярою пшеницею та овесом у відношенні кущіння.

Нормальний життєвий цикл зернових культур, в тому числі і ячменю ярого, складається із ряду періодів, які характеризуються якісними змінами біохімічних реакцій, фізіологічних функцій і органоутворюючих процесів. В розвитку рослин можна виділити два основних періоди [5, 13, 14]:

1. Формування вегетативних органів (коренів, стебел, листків) - характеризує кількісні зміни;

2. Утворення генеративних органів (суцвіть, квіток, плодів, насіння) - характеризує якісні зміни [15].

Ріст рослин відбувається у процесі збільшення їх маси, тоді як розвиток є якісною зміною, що відбувається від проростання рослин до формування насіння. Упродовж вегетаційного періоду ярий ячмінь проходить такі фази фенологічного розвитку: проростання, поява сходів, формування кущів, виходження у трубку, поява колосків, цвітіння, формування і дозрівання зерна [16, 17].

Початок проростання починається з проростка насіння. У вже прорізаному насінні під впливом ферментів запасні речовини ендосперму перетворюються на прості, що сприяє початку росту кореня та листків. Як тільки перший справжній листок рослини з'являється на поверхні грунту, ріст переходить у фазу сходів [9].

Кущення - це процес утворення бічних пагонів і вторинних (вузлових) коренів на підземному вузлі, що знаходиться найближче до поверхні грунту. Цей вузол відомий як вузол кущення і є важливим органом рослини. При його пошкодженні або відмиранні рослина гине [19].

Вихід в трубку. Ріст стебла починається з нижнього міжвузля, що знаходиться над вузлом кущіння і триває 10-15 днів. Одночасно видовжується друге міжвузля. Після закінчення його росту інтенсивно видовжується третє і наступні міжвузля. В зв'язку з тим, що кожне міжвузля росте нижньою частиною, такий тип росту називається вставним (інтеркалярним) [13, 20].

Колосіння - це час, коли внаслідок інтенсивного росту стебла, особливо його верхнього міжвузля, з листкової трубки виходить колос.

Період від виходу в трубку до колосіння дуже важливий в розвитку зернових культур. В цей час інтенсивно ростуть стебла і листки, формується колос і генеративні органи, в результаті чого рослини стають більш вимогливими до наявності в ґрунті вологи і поживних речовин [7].

Формування і достигання зерна. Після запліднення починається формування зерна. Після формування настає налив зерна, який характеризується накопиченням крохмалю в ендоспермі і вологістю зерна 37-40% [21].

Повна стиглість – це кінцевий етап вегетації рослин. У цій фазі ендосперм затвердіває, на перерізі борошнистий або скловидний, забарвлення типове, вологість зерна залежно від зони вирощування знижується до 15-20% і воно втрачає зв'язок з материнською рослиною [18].

1.2 Особливості живлення ячменю ярого

Темп розвитку та особливості росту ячменю значною мірою залежать від типу і родючості ґрунту, а також від впливу зовнішніх умов, серед яких основними є світло, температура та волога [22].

Вимоги ячменю до ґрунтів обумовлені його швидким проходженням вегетаційних фаз. Це зумовлює високу потребу рослини в поживних речовинах, особливо на початкових етапах росту. Наприклад, вже через три тижні після сходів рослини поглинають майже половину фосфору та дві третини калію,

хоча органічної маси накопичується лише менше п’ятої частини. Однією з основних причин такої вимогливості є слабо розвинена коренева система, яка має обмежену здатність поглинати мінеральні елементи та воду. Для отримання високих урожаїв ячменю необхідні родючі ґрунти з глибоким орним шаром та нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Чорнозем є найбільш багатим на всі необхідні для ячменю поживні речовини. Серед інших типів ґрунтів для вирощування ячменю найбільш підходять слабопідзолисті суглинки середньої зв’язності з дерново-підзолистих ґрунтів. Водночас на супіщаних та піщаних ґрунтах вирощування ячменю є практично неможливим, навіть за умови внесення мінеральних добрив [23, 24].

Кислі ґрунти є малопридатними для вирощування ячменю, оскільки підвищена кислотність негативно впливає на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів. Тому такі ґрунти потребують попереднього вапнування. «Деякі сорти, що вирощуються на кислих ґрунтах, можуть давати хороші врожаї, але тільки за умови забезпечення оптимального живлення протягом усієї вегетації» [13].

Ґрунти, що готуються для вирощування ячменю, повинні бути однорідними за вмістом поживних речовин, вологоємністю та водопроникністю. Високий урожай ячменю можна отримати за умови раціонального живлення на початку вегетації та наявності достатньої кількості доступних поживних елементів [25].

чмінь належить до культур, які потребують тривалого світлового дня для свого розвитку. Через це його вегетаційний період у північних районах України є коротшим, ніж у південних, де світловий день менш тривалий. Доведено, що ячмінь має коротшу світлову фазу порівняно з іншими зерновими культурами. Завершення цієї фази у ячменю збігається з початком формування листя. Вегетаційний період ячменю, залежно від сорту, місця вирощування та погодних умов, становить від 60 до 110 днів [26, 27].

Ячмінь має вимоги до температурного режиму, які змінюються залежно від стадії його вегетації. Насіння ячменю починає проростати при мінімальній температурі +1…+3˚С, але оптимальною для його розвитку є температура в межах +15…+20˚С [10].

Ячмінь має високу морозостійкість, що дозволяє його сходам витримувати короткочасне зниження температури до -6˚С без загрози для врожаю. Проте тривале похолодання або велика кількість опадів можуть пригнічувати рослини й затримувати їхній ріст. Особливо чутливим до заморозків ячмінь стає під час цвітіння та дозрівання зерна, оскільки при температурі -1…-2˚С зав'язь та пиляки втрачають біологічну активність. Для кущення та утворення коренів ячменю не потрібні високі температури, але різке підвищення або значні коливання температур негативно впливають на його розвиток, особливо на стадії виходу в трубку та формування продуктивного колосу. Найсприятливіша температура для ячменю в період виходу в трубку і колосіння становить +20…+22˚С, а в період дозрівання – +23…+24˚С. Якщо температура опускається нижче +13…+14˚С, налив і дозрівання зерна уповільнюються [28].

Різкі температурні коливання, а також надто висока температура разом із низькою вологістю повітря під час наливу зерна негативно впливають на формування зернівки. Це призводить до зменшення маси 1000 зерен та погіршення якості ячменю. При вирощуванні ячменю на насіння важливо контролювати температуру, оскільки заморозки у фазах молочної та воскової стиглості негативно впливають на зародок, знижуючи посівні якості. Зерно формується, але має низьку схожість [3, 29].

На відміну від інших злаків, таких як пшениця, жито та овес, ячмінь споживає менше вологи і ефективніше її використовує. Транспіраційний коефіцієнт (кількість води, необхідна для утворення одиниці сухої речовини) ячменю становить 350-450. У посушливих умовах культура демонструє вищі

врожаї. Проте через слабко розвинену кореневу систему ячмінь гірше переносить весняну посуху в порівнянні з іншими культурами. Найбільша частка води, яку ячмінь споживає протягом вегетаційного періоду, припадає на початкові фази: кущіння та, особливо, виходу в трубку і колосіння [30].

Недостатня вологість під час формування репродуктивних органів негативно впливає на розвиток та якість пилку ячменю. Стерильність частини пилку призводить до зростання кількості безплідних колосків, що, в свою чергу, зменшує продуктивність рослин [23, 31].

Дослідження показали, що якщо запас води в ґрунті нижчий за подвійну гідроскопічну вологість, ріст і формування органів рослин повністю припиняються. На добре окультурених та родючих ґрунтах витрата води для утворення одиниці сухої речовини є меншою, ніж на малородючих ґрунтах. При внесенні оптимальної кількості добрив ячмінь споживає менше вологи [9, 12].

Ячмінь є менш вимогливим до вологи в порівнянні з іншими ранніми ярими зерновими культурами. Його посухостійкість обумовлена такими морфологічними рисами, як виражений восковий наліт на листях і колосах. Це зумовлено відносно слабким розвитком кореневої системи та коротким вегетаційним періодом. Оптимальний рівень кислотності для цієї культури близький до нейтрального [32].

Ячмінь часто демонструє більший приріст врожаю від використання мінеральних добрив і гною, ніж яра пшениця. Рослини ячменю ефективно використовують залишкові дії гною і мінеральних добрив. Тому систему удобрення для ячменю ярого слід планувати таким чином, щоб ця культура висівалася на полях, де попередники отримали добрива. Вплив гною та повного мінерального добрива залежить від тривалості періоду між їх внесенням [8, 12, 33].

Для правильного застосування мінеральних добрив важливо добре знати, як ячмінь реагує на різні їх види, а також враховувати якість ґрунту і запаси

поживних речовин на кожному полі. У всіх господарствах слід мати не лише ґрунтові карти, а й агрохімічні картограми. Висока ефективність мінеральних добрив досягається шляхом їх використання з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і рівня родючості ґрунтів [34].

За своїми біологічними характеристиками ячмінь є досить вимогливим до рівня мінерального живлення, що зумовлено коротким вегетаційним періодом (80-100 днів) та інтенсивним споживанням елементів живлення. Поглинання поживних речовин з ґрунту у ячменю завершується на стадії колосіння, приблизно за 30-35 днів до дозрівання. Найбільше споживання елементів живлення спостерігається під час кущіння та виходу в трубку до колосіння. У зв'язку з цим, в фазі виходу в трубку ячмінь поглинає 2/3 калію та близько 50% фосфору від загальної кількості за весь вегетаційний період.

Співвідношення елементів живлення: азоту, фосфору та калію в технології вирощування ячменю при ранньому терміні сівби має бути 1:1,5:1,5 відповідно. Це зумовлено повільнішим поглинанням фосфору при температурі ґрунту нижче 10°С у порівнянні з азотом [35].

Основними компонентами зерна ячменю є білок і крохмаль. Їх загальний вміст у зерні досить стабільний і становить 75-80%. Однак співвідношення між білком і крохмалем може суттєво змінюватися залежно від умов вирощування та мінерального живлення. Біологічна цінність білка ячменю значною мірою залежить від вмісту незамінних амінокислот і перевищує цінність білка інших зернових культур, за винятком вівса. Якість зерна ячменю визначається, насамперед, його призначенням. Високий вміст білка в зерні, що вирощується для харчових або фуражних цілей, є ключовим показником його якості. У зерні пивоварного ячменю, навпаки, вміст сирого білка не повинен перевищувати 11,5%, а вміст безазотистих екстрактивних речовин (вуглеводів і полісахаридів) має становити не менше 80% [3, 15].

У системі внесення добрив під час вирощування ячменю необхідно диференціювати співвідношення елементів живлення, дози та терміни внесення

добрив залежно від сорту та призначення зерна — для кормових чи пивоварних цілей.

При вирощуванні ячменю на продовольство і фураж найважливішими показниками його якості є вміст білка в зерні, амінокислотний склад та біологічна цінність білків. У випадку пивоварного ячменю якість визначається, в першу чергу, вмістом крохмалю та виходом екстракту, що покращується завдяки якісному фосфорно-калійному живленню. Високий рівень азотного живлення ячменю може суттєво погіршити його пивоварні характеристики [36].

Важливо зазначити, що рівень мінерального живлення рослин не має значного впливу на амінокислотний склад окремих фракцій білків (альбуїнів, глобулінів, проламінів і глютелінів). Проте, оскільки амінокислотний склад різних фракцій білків суттєво варіюється, зміна їх фракційного складу загалом призводить до зміни і амінокислот. Азотні добрива, підвищуючи загальний вміст білка в зерні, змінюють фракційний склад білків, збільшуючи частку біологічно менш цінних фракцій, таких як гліадин і глютелін, і зменшуючи вміст більш цінних за амінокислотним складом альбумінів та глобулінів. Невеликі та помірні дози азоту (N50-60) впливають переважно на врожайність ячменю, тоді як високі дози впливають на якість білка. При внесенні великих доз азотних добрив, поряд із підвищенням врожайності, значно збільшується частка проламінів і глютелінів, тоді як частка більш цінних водо- і солерозчинних білків зменшується, що призводить до зниження вмісту незамінних амінокислот, зокрема лізину, та біологічної цінності зерна ячменю [3, 4, 14].

Рівень фосфорного живлення рослин значно впливає на продуктивність посівів ячменю та якість його зерна. Коли рослини повністю забезпечені фосфатами, врожайність ячменю істотно зростає, а також підвищується його стійкість до вилягання і хвороб. У випадку низького вмісту фосфору в ґрунті, урожайність за внесення лише азотних і калійних добрив часто не перевищує 18-20 ц/га. Це також призводить до значного сповільнення процесів

формування та дозрівання репродуктивних органів. Тому внесення фосфорних добрив на ґрунтах з недостатньою кількістю рухомих фосфатів є важливим заходом для підвищення врожайності зерна [15].

Позитивний ефект фосфорних і калійних добрив особливо помітний при дуже низькому вмісті рухомих форм фосфору та калію в ґрунті, а також на кислих ґрунтах. Тому вапнування таких ґрунтів є важливим заходом для підвищення врожайності ячменю та поліпшення якості його зерна. Дослідження показали, що фосфорні добрива мають різний вплив на якість зерна залежно від вмісту рухомих фосфатів у ґрунті. На окультурених ґрунтах вони майже не впливають на вміст білка в зерні, тоді як на ґрунтах з низьким вмістом рухомих фосфатів цей показник трохи зростає [23].

Фосфор і калій для ячменю вносять восени як основні добрива з глибоким закладенням у нижні шари орного горизонту, які зазвичай мають кращу забезпеченість вологою. Тому добрива, внесені восени під зяблеву оранку, забезпечують більш значне і стабільне збільшення врожаю зерна ячменю порівняно з дрібним закладенням їх під культиватор, борону або лущильник. Глибоке закладення фосфорних і калійних добрив під час зяблевої оранки є особливо важливим у зонах нестійкого та недостатнього зволоження на чорноземах і каштанових ґрунтах, оскільки в умовах дефіциту вологи коренева система в пошуках води проникає в більш вологі глибокі шари. Однак на піщаних і супіщаних ґрунтах, щоб уникнути вимивання добрив, слід вносити як азотні, так і фосфорні та калійні добрива навесні під час передпосівної культивації ґрунту [36].

Дослідження порівняльної ефективності різних доз і методів внесення мінеральних добрив під ячмінь залежно від рівня родючості ґрунту виявило, що локальне (стрічкове) внесення азотних добрив на ґрунтах з різним ступенем окультуреності не давало жодних переваг у порівнянні з розкидним внесенням. Локальне внесення фосфору і калію забезпечує більш високі врожаї (на 1-2,5 ц/га) порівняно з їх заорюванням плугом з передплужником при внесенні

низьких (30 кг/га) і помірних (60 кг/га) доз на слабкоокультурених ґрунтах. На середньоокультурених ґрунтах, а також при внесенні високих доз фосфорних і калійних добрив на ґрунтах з низьким вмістом рухомих фосфатів і обмінного калію, перевага локального внесення над суцільним є незначною. На добре окультурених ґрунтах локальне внесення фосфорних і калійних добрив помітно поступається розкидному методу [37].

При вирощуванні ячменю фосфорні та калійні добрива потрібно вносити восени під оранку на зяб у всіх ґрунтово-кліматичних зонах, тоді як азотні добрива слід вносити навесні під передпосівну культивацію. Внесення фосфору під час посіву має значний вплив на ріст і розвиток ячменю в перші 12-15 днів після сходів. У рядки рекомендується вносити гранульований суперфосфат або амофос у кількості 10-15 кг/га P_2O_5, що дозволяє отримати додатково 2-4 ц/га зерна [33].

РОЗДІЛ 2.
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Опис ячменю ярого сорту Сталкер.

Урожайність у виробничих умовах до 7,0–8,0 т/га, що на 0,5– 0,8 т/га вище ніж у сортів Одеський 151 і Прерія; висока посухостійкість (9 балів), посухо-, соле- та кислотостійкості, який дає перевагу над іншими сортами за умов температурного стресу; стійкість до поширених листостеблових захворювань на рівні 5 – 6 балів, до летючої і кам`яної сажок – 6 – 8 балів; добра озерненість колоса (16 – 26 зерен у колосі); зерно велике (маса 1000 зерен 50 - 55 г); скоростиглий; у виробничих умовах в Україні в степовій і лісостеповій зонах за порушених технологій вирощування по весняному обробітку ґрунту давав найвищі врожаї серед зернових колосових культур – до 5,1 - 5,3 т/га. Разом з сортом Адапт є кращим сортом країни для несприятливих умов вирощування.

Апробаційні ознаки*:* різновидність – nutans.. Висота рослин – 75 - 100 см. Зерно велике, жовте, видовжено-овальної форми.

2.2 Характеристика біопрепарату Біокомплекс-БТУ-р

Біопрепарат**,** використовується для **о**бробки насіння та обробки розсади, кореневого та позакореневого підживлення (обприскування) рослин в період вегетації, підвищує схожість та енергію проростання насіння, захищає насіння та рослини від збудників хвороб, покращує живлення рослин, обмінні процеси, підвищує коефіцієнт азотфіксації, зменшує наслідки стресів у рослин, підвищує урожайність та покращує якісний склад продукції.

До складу препарату входять живі азотфіксуючі бактерії, які забезпечують рослини азотом, фосфор- та каліймобілізуючі – перетворюють важкорозчинні сполуки на доступні для рослин форми: фосфор, калій, інші

елементи живлення, мікроорганізми з фунгіцидними властивостями – захищають рослини від бактеріальних і грибних хвороб, компоненти поживного середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента не менше $1{,}0\times10^9$ КУО/см^3.

РОЗДІЛ 3.
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження проведено у Черкаській області Кам’янському районі на базі фермерського господарства ПП «ВАТ КОМПАН»

Грунти, на яких було закладено та проведено дослідження належать до чорноземів типових.

Чорноземи типові є найпоширенішими ґрунтами Черкаської області, яка розташована у Лісостеповій зоні України. Ці ґрунти формувалися в умовах помірно континентального клімату, під трав'янистою рослинністю, на лесових і лесоподібних породах. Вони мають високий рівень природної родючості, що робить їх основою сільськогосподарського виробництва регіону. Гумусовий горизонт

- Глибина: 50–90 см, у деяких місцях може досягати 120 см.
- Вміт гумусу: Високий, становить 5–8%, що забезпечує добру родючість.
- Колір: Темно-сірий або чорний, із зернистою чи грудкуватою структурою.

Фізико-хімічні властивості

- Кислотність: Нейтральна або слабокисла (pH 6,5–7,0).
- Ємність катіонного обміну: Висока (до 40–50 мг-екв/100 г ґрунту).
- Склад: Ґрунти середньо- або важкосуглинкові за гранулометричним складом, що сприяє утриманню вологи і поживних речовин.

Структура та водні властивості

- Структура: Добре розвинена, грудкувата, що забезпечує хорошу аерацію і проникність.
- Вологозабезпеченість: Має високу здатність до накопичення вологи, що сприяє стійкості до посухи.

Родючість

- Чорноземи типові мають природну здатність підтримувати високу продуктивність без інтенсивного удобрення.
- Вони є основою для вирощування зернових, технічних (соняшник, ріпак), овочевих культур і багаторічних трав.

Чорноземи типові утворилися завдяки тривалому впливу степової рослинності, що збагачувала ґрунт органічними речовинами. Основні процеси:

1. Накопичення гумусу: Завдяки решткам трав'янистої рослинності.
2. Карбоноутворення: Збагачення ґрунту карбонатами на певній глибині.
3. Інтенсивний мікробіологічний обмін: Розкладання органічних речовин.

Чорноземи типові Черкаської області є одними з найцінніших земель України, що використовуються для інтенсивного вирощування пшениці, кукурудзи, ячменю, соняшника, буряків і кормових культур. Їхнє правильне обробіток і збереження є ключем до сталого розвитку сільського господарства в регіо

3.2. Погодні умови

Кам’янський район, розташований у Черкаській області, має сприятливі агрокліматичні умови для розвитку сільського господарства завдяки своєму положенню в Лісостеповій зоні України. Ця зона поєднує риси степового і лісового клімату, створюючи комфортні умови для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур.

Агрокліматичні умови Кам’янського району сприяють вирощуванню зернових (пшениця, кукурудза), технічних (соняшник, ріпак) та овочевих культур. Для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва рекомендовано впроваджувати сучасні агротехнічні методи, зокрема сівозміну, зрошення та ґрунтозахисні технології, щоб запобігти ерозії та оптимізувати використання ресурсів.

За період досліджень спостерігались типовими для регіону погодні фактори, хоча деякі періоди за температурою, кількістю опадів і відносною вологістю повітря були достатньо контрастними (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Погодні умови Кам’янського району Черкаської області за 2023–2024 роки

Місяць	Середня температура, °C (2023)	Середня температура, °C (2024)	Опади, мм (2023)	Опади, мм (2024)
Січень	-1,8	-2,1	35	38
Лютий	-0,5	-1,0	28	30
Березень	4,2	3,9	33	36
Квітень	11,2	10,8	47	50
Травень	16,4	16,1	62	65
Червень	20,6	21,0	78	82
Липень	23,8	24,3	65	70
Серпень	23,4	23,1	60	63
Вересень	17,8	18,2	45	48
Жовтень	9,8	10,1	37	40
Листопад	4,2		33	
Грудень	-0,8		38	

У січні середня температура була близькою до норми: -1,8 °C у 2023 році та -2,1 °C у 2024 році. Лютневі температури (-0,5 °C у 2023 році та -1,0 °C у 2024 році) свідчать про м’який зимовий період із можливими відлигами.

Найвищі температури зафіксовано у липні: 23,8 °C (2023) та 24,3 °C (2024), що є характерним для цього регіону.

Червень і серпень показали незначні коливання, зберігаючи стабільні значення для цього сезону (20,6–21,0 °C у червні, 23,4–23,1 °C у серпні).

У січні та лютому кількість опадів була стабільною — 35–38 мм (січень) і 28–30 мм (лютий), що є характерним для зимового періоду з переважно сніговими опадами.

У березні-квітні спостерігалося поступове зростання опадів, з 33 мм у 2023 році до 36 мм у 2024 році в березні, і з 47 мм у 2023 році до 50 мм у 2024

році в квітні. Це забезпечувало достатнє зволоження ґрунту для початку весняних польових робіт.

Червень виявився найбільш дощовим місяцем: 78 мм (2023) і 82 мм (2024). Це створювало сприятливі умови для зростання зернових культур.

У липні-серпні кількість опадів залишалася помірною (60–70 мм), що забезпечувало стабільний водний режим.

У 2024 році кількість опадів у більшості місяців трохи перевищувала показники 2023 року, що свідчить про сприятливіші умови для зволоження ґрунтів.

Аналіз погодних умов за 2023–2024 роки показує стабільний температурний і водний режим у Кам'янському районі. Найбільш сприятливі умови для сільськогосподарських культур спостерігалися влітку, коли температури та опади забезпечували активний ріст рослин. Осінній період характеризувався поступовим зниженням температури та опадів, сприяючи збору врожаю. Загалом, кліматичні умови району дозволяють ефективно вирощувати як зернові, так і технічні культури.

3.3. Схема досліду

Польові досліди проводили в умовах Черкаської області на базі фермерського господарства ПП «ВАТ КОМПАН»

Дослідження проведено упродовж 2023–2024 рр., проведення спостережень, досліджень та аналізів здійснювали відповідно до класичних та спеціальних методик польових досліджень [38, 39]. Повторність кожного досліду триразова, площа посівної ділянки 50 м^2, облікової – 26 м^2, розміщення ділянок послідовне.

Для досліджень використовували ячмінь ярий, а також біопрепарат вітчизняного виробника.

Вплив мінеральних, органічного добрив та бактеріальних препаратів на продуктивність ячменю ярого проведено впродовж 2023– 2024 рр. Була передбачена наступна градація факторів та їх варіантів:

Фактор А – доза мінеральних добрив: 1. Без добрив (контроль); 2. $N_{45}P_{45}K_{15}$; 3. $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидеральне добриво.

Фактор В – позакореневе підживлення посіву: 1. Контроль – обробка водою посіву рослин; 2. Біокомплекс-БТУ-р (0,8 л/га).

Підживлення посівів сучасними біопрепаратами проводили двічі – на початку фаз кущіння та виходу у трубку рослин ячменю ярого. Норма робочого розчину складала 300 л/га.

3.4. Агротехніка в досліді

Мінеральні добрива вносили згідно схеми досліду під основний обробіток ґрунту. Підживлення посівів сучасними біопрепаратами проводили згідно схеми досліджень. Норма робочого розчину складала 300 л/га.

Технологія вирощування ячменю ярого у дослідах: попередник – кукурудза. Лущення стерні у два сліди. Оранка на глибину 20–22 см. Боронування зябу. Передпосівна культивація. Сівба (третя декада березня) з внесенням добрив з нормою висіву – 4,5 млн. схожих насінин на 1 га з загортанням насіння на глибину 5–6 см. Прикочування посівів кільчасто-шпоровими котками (ЗККШ-6). Система догляду за посівами включала хімічний захист посівів від шкідників та хвороб у фази кущіння та молочної стиглості зерна. Збір врожаю методом прямого комбайнування.

3.5. Методика проведення досліджень

Спостереження та облік урожаю проводили за методиками Б. О. Доспєхова (1979). Методичними рекомендаціями по проведенню досліджень [39, 40].

Фенологічні спостереження проводили у основні фази росту і розвитку рослин ячменю ярого згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Початок фази фіксували, коли вона наступала в 10 % рослин і повну – у 75 % рослин. Тривалість вегетаційного періоду обчислювали від дати сходів до воскової стиглості зерна [39].

Густоту стояння рослин ячменю ярого визначали два рази за вегетацію на одних і тих самих площадках, які виділяють після появи сходів по 3-4 на кожній ділянці. Вперше підрахунок проводили у фазу повних сходів, а вдруге – перед збиранням урожаю шляхом суцільного підрахунку рослин на фіксованих ділянках (метод пробних майданчиків) [40].

Біометричні виміри (висота рослин, площа листкової поверхні тощо) проводили упродовж вегетаційного періоду.

Площу листкової поверхні визначали методом “висічок”. Для цього визначали загальну масу листків і за допомогою ручного свердла брали з цих листків по 20–50 висічок загальною площею не менше 10–20 см^2.

Облік урожаю проводили методом суцільного обмолоту з усієї площі облікової ділянки у фазу повної стиглості зерна комбайном „Sampo 130”. Бункерну врожайність з кожної ділянки зважували безпосередньо у полі, а після зважування відбирали середні зразки по 2 кг для визначення вологості, маси 1000 насінин, чистоти, натури та інших показників якості зерна і насіння. Урожай зважували з точністю до 0,1 кг. Врожайність зерна і насіння визначали після його очищення та перерахунку на стандартну вологість: для зернових – 14 %, визначену термостатно- ваговим методом і 100 % чистоту.

Економічну ефективність досліджуваних елементів розраховували за методикою В. Г. Андрійчук [41]

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

4.1 Динаміка процесів росту й розвитку ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів

Ріст та розвиток рослини говорить про її потенціал на отримання майбутнього рівня урожайності. Добре розвинена рослина може розкритися в більш повній мірі відносно свого біологічного потенціалу. Тож, забезпечення усіх факторів життєво необхідних для реалізації програми «максимум» як однієї рослини так і посіву в цілому головне завдання сільськогосподарського виробника різних форм власності.

У результаті проведених досліджень встановлено вплив застосування добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами на висоту рослин ячменю ярого сорту Сталкер [42, 44].

В середньому за роки досліджень (2023-2024 рр.) висота рослин ячменю ярого варіювала в межах 81,5–96,8 см залежно від досліджуваних факторів (табл. 4.1).

Визначено, що застосування мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) сприяло зростанню досліджуваного показника до 95,9 см, що на 17,7 % більше, ніж контроль (без добрив). Внесення мінеральних добрив у поєднанні з сидератом збільшило висоту рослин до 96,1 см або на 17,9 % відповідно.

Встановлено позитивний вплив позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс - БТУ-р на висоту рослин ячменю ярого, яка збільшувалася на 0,7–1,7 см залежно від фону живлення.

Таблиця 4.1

Висота рослин ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2023-2024 рр.), см

Варіант досліду		Роки		Середнє
Фактор В	Фактор А	2023	2024	
Контроль – обробка посівів водою	без добрив	82,1	80,9	81,5
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	95,3	96,5	95,9
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	95,9	96,3	96,1
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р	без добрив	84,1	82,3	83,2
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	95,8	97,4	96,6
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	96,1	97,5	96,8
НІР05 за фактором А – 2,85 – 3,71 НІР05 за фактором В - 2,44 – 3,0 5				

Найкраще відзивалися на позакореневе підживлення рослини ячменю ярого у контрольному варіанті (без добрив). Висота рослин при цьому становила 83,2 см, що на 2,4 % більше, ніж контроль.

Варіанти з фоном живлення $N_{45}P_{45}K_{15}$ та $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат з позакореневим підживленням сприяли зростанню висоти рослин ячменю ярого на 0,7 % відносно контролю (обробка водою).

За роки досліджень площа листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ячменю ярого сорту Сталкер коливалася в межах 62,07-88,52 см^2 залежно від варіанту досліду.

Встановлено, що без позакореневих підживлень посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р даний показних сформувався у діапазоні 62,07–81,26 см^2, а у варіанті з підживленням прослідковується закономірність його зростання до 62,38-88,52 см^2, що на 0,5-8,2 % більше ніж контроль.

Аналізуючи вплив фону живлення на формування площі листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ярого ячменю, можна виділити варіант із

внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ у поєднанні з сидератом, за якого сформувався найбільш потужний асиміляційний апарат – від 81,26 см^2 (контроль) до 88,52 см^2 у варіанті з позакореневим підживленням посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р.

Таблиця 4.2

Площа листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2023-2024 рр.), см^2

Варіант досліду		Роки		Середнє
Фактор В	Фактор А	2023	2024	
Контроль – обробка посівів водою	без добрив	62,10	62,04	62,07
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	76,95	77,85	77,40
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	81,52	81,00	81,26
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р	без добрив	63,10	61,66	62,38
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	62,45	62,31	62,38
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	88,23	88,81	88,52
НІР05 за фактором А – 2,53 – 2,82; НІР05 за фактором В - 1,74 – 1,98				

Визначено, що листковий індекс посівів ячменю ярого сорту Сталкер у середньому за роки досліджень коливався від 2,93 (контроль) до 4,78 у варіанті з фоном живлення $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат та позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Листковий індекс посівів ячменю ярого залежно від залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2023-2024 рр.)

Варіант досліду		Роки		Середнє
Фактор В	Фактор А	2023	2024	
Контроль – обробка посівів водою	без добрив	2,88	2,98	2,93
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	4,12	4,10	4,11
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	4,40	4,36	4,38
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р	без добрив	3,21	3,09	3,15
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	4,35	4,39	4,37
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	4,39	4,87	4,78
НІР05 за фактором А – 0,21 – 0,33 НІР05 за фактором Б – 0,16 – 0,21				

Встановлено, що позакореневе підживлення бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р підвищує в середньому листковий індекс посівів на 6,1 % (4,35) порівняно з контролем – обробка посівів водою (4,10).

Отже, більший листковий індекс (4,78) сформовано у варіантах з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом, та позакореневим підживленням посівів бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р.

4.2 Елементи структури врожаю та урожайність зерна ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів

За результатами проведених досліджень встановлено позитивний вплив варіантів удобрення на формування продуктивного стеблостою рослин ячменю ярого. Так, в середньому за 2023-2024 рр. більшу кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого (553 шт./м²) сформовано у варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом, що в середньому на 56

шт./м² більше, ніж у контрольному варіанті – без добрив (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Вплив удобрення, обробки насіння та посівів біопрепаратами на показники елементів структури та якість насіння ячменю ярого сорту Сталкер (середнє за 2023-2024 рр.)

Фон удобрення	Кількість продуктивних стебел, шт./м2	Коефіцієнт продуктив-ного кущення	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з колосу, г	Натура зерна, г
без добрив (контроль)	472* 505	2,09 2,19	12,05 12,03	45,9 46,9	0,553 0,564	645 650
$N_{45}P_{45}K_{15}$	531 537	2,27 2,31	12,63 12,93	49,8 50,1	0,629 0,648	651 652
$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	539 540	2,30 2,33	12,65 12,93	50,0 50,4	0,663 0,652	653 654

*Примітка: чисельник - обробка посівів водою; знаменник - позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р

Максимальну кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого (540 шт./м^2) отримано у варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом та позакореневим підживленням препаратом Біокомплекс_БТУ-р, що на 68 шт./м^2 більше, ніж контроль (обробка насіння водою).

Коефіцієнт продуктивного кущення в середньому за роки досліджень (2023-2024) коливався від 2,09 у контрольному варіанті без добрив та передпосівної обробки насіння біопрепаратами до 2,31 у варіанті з внесенням добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) та позакореневим підживленням препаратом Біокомплекс_БТУ-р [43, 45].

Різниця у формуванні продуктивної кущистості рослин ячменю ярого була мінімальною у варіантах з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ та $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат.

Кількість зерен в колосі варіювала від 12,03 до 12,93 шт./колос залежно

від досліджуваних факторів і більшою сформувалася у варіанті з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ та $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат у поєднанні позакореневим підживленням препаратом Біокомплекс_БТУ-р що на 7% перевищило контроль (без добрив).

Визначено вплив внесення добрив та позакореневого удобрення на формування натури зерна ячменю ярого. Так, вищу натуру зерна досліджуваної культури (654 та 652) сформовано у варіантах з внесенням добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) та ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат)..

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив позакореневих підживлень на основні елементи структури врожаю та якість зерна ячменю ярого. Так, у варіанті з позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р, кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого коливалася в межах 505-540 шт./м^2, що на 7,0-0,4 % більше, ніж без підживлення (табл. 4.4).

Встановлено, що позакореневе підживлення рослин ячменю ярого біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р неістотно впливала на формування маси 1000 зерен і коливалася від 46,9 г до 50,4 г ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат).

У результаті проведених досліджень визначено істотний вплив досліджуваних факторів на урожайність зерна ячменю ярого сорту Сталкер. Так, більшу урожайності зерна ячменю ярого (3,52т/га) в середньому за 2023-2024 рр. сформовано у варіанті з внесенням добрив$N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат з позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р, що відповідно на 0,04 т/га більше, ніж у варіанті з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$; на 0,67 т/га більше за контроль (без добрив) та на 0,91-0,06 т/га більше, ніж у варіантах без позакореневого підживлення (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Урожайність зерна ячменю ярого залежно від удобрення та позакореневого підживлення біопрепаратом (середнє за 2023-2024 рр.), т/га

Варіант досліду		Роки		Середнє
Фактор В	Фактор А	2023	2024	
Контроль – обробка посівів водою	без добрив	2,55	2,67	2,61
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	3,34	3,34	3,34
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	3,51	3,41	3,46
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р	без добрив	2,78	2,92	2,85
	$N_{45}P_{45}K_{15}$	3,51	3,45	3,48
	$N_{45}P_{45}K_{15}$+сидерат	3,48	3,56	3,52
НІР05 за фактором А – 0,14 – 0,16 НІР05 за фактором В – 0,19 – 0,21				

Позакореневе підживлення посівів ячменю ярого сорту Сталкер вплинуло на підвищення урожайності зерна рослин ячменю ярого в середньому на 7,6 % у контрольному варіанті без добрив, 3,0 – у варіанті з добривами $N_{45}P_{45}K_{15}$ та на 2,5 % у варіанті $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, ніж без позакореневого підживлення.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

В основі визначення вартості валової продукції знаходиться величина урожайності, у зв'язку з чим логічно прослідковується закономірність формування максимальних величин вартості валової продукції на варіантах з вищою урожайністю зерна ячменю ярого сорту Сталкер.

Середні показники вартості валової продукції варіювали в межах 16,4-22,2 тис. грн/га залежно від досліджуваних факторів (табл. 5.1).

Позакореневе підживлення посівів підвищувало вартість валової продукції ячменю ярого в середньому за роки з 18,0 до 22,2 тис. грн/га.

Визначено, що валові витрати при вирощуванні ячменю ярого сорту Сталкер у варіантах без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р варіювали в межах 6,6-10,7 тис. грн/га (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вартість валової продукції та валові витрати ячменю ярого залежно від удобрення та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2023-2024 рр.), тис. грн/га

Варіан тдосліду	Фон удобреннння		
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{15}$	$N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат
Контроль (Обробка насіння водою	16,4 / 6,6	21,0 / 9,9	21,5 / 10,7
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р	18,0 / 7,5	21,9 / 10,7	22,2 / 11,5

**Примітка:* чисельник – вартість валової продукції ячменю ярого, грн./га; знаменник – валові витрати на вирощування ячменю ярого, грн./га

Суттєвий вплив на формування високих значень валових витрат мало удобрення. Так, в середньому. валові витрати при вирощуванні ячменю ярого сорту Сталкер у варіанті з удобренням $N_{45}P_{45}K_{15}$ коливалися від 9,9 до 10,7 тис. грн/га, а у поєднанні з сидератом підвищувався до 10,7–11,5 тис. грн/га.

Собівартість продукції представляє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції. Цей комплексний економічний показник об’єднує в собі витрати матеріалізованої та живої праці, а також від нього залежить кінцевий показник діяльності підприємств – прибутковість

Визначено, що вища собівартість продукції ячменю ярого сорту Сталкер (3263 грн/т) сформовано у варіантах з удобренням $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, з позакореневими підживленнями біопрепаратом Біокомплекс- БТУ-р (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Собівартість вирощеної продукції ячменю ярого залежно від удобрення, та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2023-2024 рр.), грн/т

Варіан тдосліду	Фон удобреннння		
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{15}$	$N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат
Контроль (обробка насіння водою	2539 9800	2964 11100	3134 10800
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р	2640 10,5	3075 11,2	3263 10,7

**Примітка:* чисельник – собівартість продукції ячменю ярого, грн./т; знаменник – умовний чистий прибуток при вирощуванні ячменю ярого, грн./га

Одним із показників економічної ефективності від вирощування сільськогосподарської культури є умовний чистий прибуток, який представляє

собою результат вирахування накладних витрат і суми амортизаційних відрахувань з валового прибутку.

Максимальний умовно чистий прибуток (11,1 тис. грн/га) отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$).

Рівень рентабельності вирощування ячменю ярого сорту Сталкер без розакоренового підживлення за роки досліджень варіює в межах 101,1–148,1% (табл 5.3).

Таблиця 5.3

Рівень рентабельності вирощування ячменю ярого залежно від удобрення та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2023-2024 рр.), %

Варіан тдосліду	Фон удобреннння		
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{15}$	$N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат
Контроль (обробка насіння водою	148,1	112,5	101,1
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р	138,7	104,9	93,1

Нижчий рівень рентабельності встановлено (93,1- 111,3 %) у варіантах із застосуванням добрив у поєднанні з сидератом та позакореневого підживлення біопрепаратом, що пояснюється додатковими витратами на добрива та біопрепарат.

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Модель небезпек у виробництві та заходи для їх зниження під час застосування мінеральних добрив

Технологічний розвиток виробничих процесів супроводжується впровадженням досягнень науково-технічного прогресу, раціональним використанням ресурсів, зменшенням збитків і травматизму від аварій. Для вирішення цих завдань важливо застосовувати науково обґрунтовані підходи та аналізувати виробничі процеси в системі «людина-машина-середовище».

Аварійність та травматизм залежать не тільки від низької культури безпеки та недостатньої технологічної дисципліни, але й від недосконалості конструкцій та значного зносу обладнання.

На всіх етапах виробництва важливо запобігати небезпекам, оскільки ігнорування небезпечних факторів може призвести до травм людей, поломок обладнання та забруднення довкілля. Тому вивчення причин виникнення небезпечних ситуацій із застосуванням методів моделювання та системного аналізу техносферних ризиків є важливим для підвищення рівня безпеки та зниження наслідків аварій і травмонебезпечних ситуацій.

На практиці для аналізу та оцінки ризику виникнення небезпечних подій застосовують такі підходи: модельний, інженерний, експертний та соціологічний.

Модельний метод базується на моделюванні впливу небезпечних чинників на конкретну людину, або професійні групи тощо.

Модельний підхід до прогнозування потенційних травм і аварій дозволяє створити ефективну систему управління безпекою в умовах виробництва. Ця система базується на оперативному виявленні ризиків, їх поглибленому аналізі

та швидкому прийнятті заходів для усунення небезпечних факторів, що дає змогу запобігти аварійним і травмонебезпечним ситуаціям. [46].

Вивчення логічної схеми технологічного процесу дає змогу виявити подію, яка може бути початком виникнення небезпечної ситуації.

У побудові логічних моделей враховуються всі небезпечні події, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками, які можуть призвести до аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Основним елементом такої моделі є дослідження небезпек — випадкових явищ, що створюють передумови для виникнення травм, аварій або катастроф. [47, 48].

Небезпечна ситуація включає в себе наступні складові:

1. Небезпечна умова (НУ) – умова, за реалізації якої виникає навіть найменша ймовірність впливу на людину небезпечного фактора, що призводить до виникнення реальної аварії або травми. Це сукупність шкідливих виробничих факторів, недоліки процесів технологій та обладнання, недостатній рівень організації виробництва.

2. Небезпечна дія (НД) – це дія робітника, яка виходить за межі науково обґрунтованих параметрів професійної діяльності.

3. Небезпечна обставина (НО) – це стан у середовищі, який супроводжується примусовою фізичною або психічною дією людини, пов’язаний з ризиком.

4. Небезпечні виробничі чинники (НВЧ) – це вплив шкідливих факторів виробничих процесів, які за обґрунтованої організації праці негативно діють на працездатність та стан здоров’я робітників.

Моделювання виробничих небезпек в процесі внесення мінеральних добрив наведено нижче.

$НУ_1$ – вихід з ладу насоса для перекачки РМД;

$НУ_2$ – кришка контейнера, де містяться мінеральні добрива не герметична;

$НД_1$– працівник, який ремонтує насос без використання засобів

індивідуального захисту;

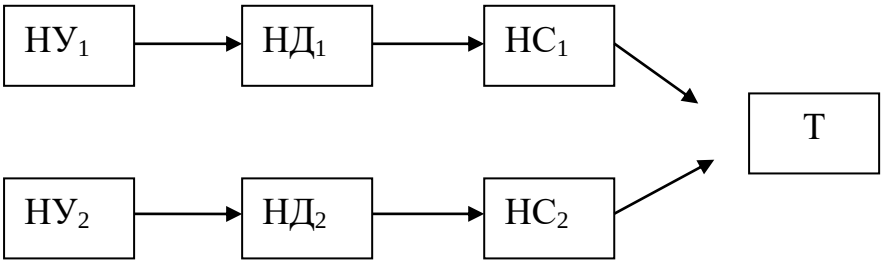
$НД_2$ – працівник, який виконує свої обов'язки без ІЗЗ (спецодяг, респіратори);

$НС_1$ – пари рідких мінеральних добрив потрапляють в органи дихальння тракториста;

$НС_2$ – в органи дихання працівника потрапляє шкідливі пари пил;

Т – травма.

Графічне відображення моделі виробничих небезпек.



Для метою уникнення дії виробничих небезпек на робітників в процесі внесення добрив необхідно дотримуватись наступних заходів:

– забезпечити наявність у всіх робітників засобів індивідуального захисту (рукавиці, спецвзуття, захисні окуляри ПО-2, респіратори РПГ-67);

– техніку повинна бути відремонтована;

– дистанція з працюючою технікою має бути безпечною (15 м);

– регулярне проведення інструктажів з охорони праці.

6.2. Охорона довкілля при застосуванні мінеральних добрив

Накопичений досвід показує, що мінеральні добрива є одним із найдієвіших засобів для підвищення врожайності та покращення окремих якісних показників продукції рослинництва. Використання мінеральних добрив дозволяє регулювати процес живлення рослин, впливати на якість врожаю, а

також змінювати родючість, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту. [49].

Наукові дослідження вітчизняних учених показують, що застосування мінеральних добрив сприяє зростанню врожайності основних сільськогосподарських культур у середньому на 40–50 %. Однак, мінеральні добрива також мають значний вплив на навколишнє середовище, зокрема через забруднення екосистем хімічними речовинами. [50].

Своєчасно незасвоєні рослинами залишки добрив потрапляють у водойми, а азотні – ще й в атмосферу у вигляді оксидів нітрогену. Частка засвоєння елементів живлення рослинами становить близько 0,4–0,6, тобто майже половина не бере участі в малому біотичному циклі кругообігу, стає потенційним забруднювачем агроекосистем [51].

Отже, надмірне та необґрунтоване використання мінеральних добрив суттєво негативно впливає на природне середовище, якість сільськогосподарської продукції, тваринний світ і, зрештою, на здоров’я людини. Зменшити цей вплив можна завдяки застосуванню нових форм добрив з пролонгованою дією. Вони дозволяють продовжити тривалість дії хімічних речовин упродовж вегетаційного періоду, зменшити обсяг і частоту внесення, а також запобігти міграції поживних елементів за межі агроекосистеми. Такі добрива також допомагають уникнути змиву та вимивання поживних речовин дощовими, талими й ґрунтовими водами [52].

Отже, випробування екологічної безпеки й агрономічної ефективності розроблених капсульованих мінеральних добрив за умов достатнього зволоження й інтенсивного землеробства, обґрунтування економічно доцільних та екологічно безпечних норм їх внесення під культурні рослини є актуальним завданням сьогодення. Це значно зменшить або упередить негативний влив хімізації землеробства на агроекосистеми і дасть змогу зекономити кошти на захист довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Максимальною по висоті рослини ячменю ярого формувались за позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс- БТУ-р із розрахунку 0,8 л/га на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}K_{15}$ та проміжної сівби гірчиці білої в якості сидерту. За цього варіанту висота рослин становила в середньому за роки досліджень 96,8 см. Інші варіанти досліду були менш впливові на біометричний показник.

2. Максимальний листковий індекс посівів ячменю ярого (4,78) формується у варіантах з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) в поєднанні з сидератом та позакореневим підживленням посівів бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р.

3. У результаті проведених нами досліджень визначено істотний вплив досліджуваних факторів на урожайність зерна ячменю ярого сорту Сталкер, як у варіантах з удобренням ($N_{45}P_{45}K_{15}$), так і у варіантах з позакореневим підживленням (біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р).

4. Ефективним засобом управління врожайністю ячменю ярого є позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р із розрахунку 0,8 л/га на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}K_{15}$ і проміжної сівби гірчиці білої в якості сидерту. Найкращі показники елементів структури та якості насіння ячменю ярого сорту Сталкер встановлено у варіанті із застосуванням мінеральних добрив із сидератом та поєднанні цього варіанту з позакореневим підживленням

5. Максимальний умовний чистий прибуток у розмірі 11,1 тис. грн/га було отримано на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ без позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р. Застосування обробки посівів рослин по вегетації підвищувало валові сукупні витрати та знижувало показник умовного чистиго прибутку.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою оптимізації живлення ячменю ярого та отримання високого рівня урожайності, рекомендуємо: вносити мінеральне добриво дозою $N_{45}P_{45}K_{15}$ з сівбою гірчиці білої в якості сидерату та позакореневого підживлення посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р нормою 0,8 л/га;

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспектива застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 3. С. 41–44.

2. Сайко В. Ф., Кравченко Л. О., Грицай А. Д. Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур як основа підвищення біопродуктивності агроландшафтів і якості продукції рослинництва. *Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва.* Київ : Урожай, 1992. С. 155–188.

3. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин у південному Степу України. «Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур»: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 15-16 лист. 2017р. Дніпро, 2017. С. 55-57.

4. Єгупова Т. В Адаптивний потенціал тритикале залежно від комплексного застосування агрохімікатів. Землеробство. Київ, 2006. № 78. С. 21-27.

5. Качура Є. В. Комплексний вплив норм висіву насіння та добрив на продуктивність пивоварних сортів ячменю ярого. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». Київ. 2007. Вип. 1. С. 80–84.

6. Гринчук І. О. Вплив водорозчинних добрив на урожайність ячменю ярого в умовах дослідного поля ВНАУ. Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи: збірник наукових праць Всеук. наук. конф. аспірантів, магістрів та студентів (Вінниця, 23 березня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 18-19.

7. Бігуляк С. П. Формування посівів ярого ячменю за параметрами кількості рослин залежно від впливу технологічних факторів. Новітні агротехнології. 2013. № 1 (1). С. 18–26.

8. Касаткіна Т.О., Гамаюнова В.В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. «Наукові горизонти», «Scientific horizons». Житомир, 2018. №7-8 (70). С. 131-138.

9. Лень О. І. Продуктивність ячменю ярого залежно від технології вирощування. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: міжнародна наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (Дніпро, квіт. 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 117–119.

10. Мамєдова Е. І. Вплив агротехнологічних заходів вирощування на формування надземної маси рослин ячменю ярого в умовах Північного Степу України. Зернові культури. Дніпро, 2018. Т. 2. № 1. С. 61–66.

11. Мамєдова Е. І., Гирка А. Д. Зернова продуктивність ячменю ярого залежно від попередника та застосування біопрепаратів в умовах зміни клімату. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: міжнар. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. (Дніпро квітень 2017). Дніпро, 2017. С. 119–120.

12. Федорчук М.І., Нагірний В.В. Зимостійкість сортів озимого ячменю за лабільних параметрів клімату на Півдні України. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2018. Вип. 104. С. 108-114.

13. Черенков А. В. та ін. Технологічні заходи підвищення продуктивності багаторядних сортів ячменю ярого в умовах північного Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2015. №37. С. 65–68.

14. Ярчук І. І., Божко В. Ю., Мороз О. О. Зимостійкість та продуктивність сортів ячменю озимого зележно від строків сівби та норм висіву. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. Вип.3. С.54- 57.

15. Касаткіна Т.О. Формування врожаю зерна ячменю ярого та його структури залежно від сорту і умов живлення в Південному Степу України. Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». Харків, 2019. №2. С. 87-98.

16. . Гирка А.Д., Кулик І.О., Андрейченко О.Г. Особливості формування врожайності вівса і ячменю ярого під впливом попередників і фону мінерального живлення. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2013. No 4. С. 112–116.

17. Давидчук М. І., Кравченко О. В., Вороний О. О. Вплив мінеральних добрив на продуктивність і якість ячменю. Вип. 167. Том 179. С. 76-77.

18. Гораш О. С., Климишена Р. І. Формування урожайності зерна ячменю ярого. Вісник аграрної науки. 2008. № 6 . С. 25-27.

19. . Давидчук М. І., Кравченко О. В., Вороний О. О. Вплив мінеральних добрив на продуктивність і якість ячменю. Вип. 167. Том 179. С. 76-77.

20. Скидан В., Скидан М., Попов С. Як впливають на врожайність ячменю ярого добрива і агротехнічні прийоми. Агробізнес сьогодні. 2014. № 4. URL: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2086-iakvplyvaiutna-vrozhainist

21. Манько К., Музафаров Н. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. Агробізнес сьогодні. 2012. № 9. URL: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/1044-iachmin-iaryi- .

22. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2- е видання, виправлене. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с.

23. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва: навчальний посібник. Київ, 2010. 268 с

24. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 4. С. 182-185.

25. Смуров С.І., Єрмолаєв С.Н., Наумкін В. Нетал. Агротехнічні методи підвищення врожайності та якості зерна ярого ячменю в ЦентральноЧорноземі.EurasiaJBiosci,2020:14:1523-1529

26. Рутковська А., Сковрон Р.Продуктивнийі Екологічні наслідки шістнадцяти років незбалансованого внесення добрив азотом і фосфором у Польщі за допомогою олійного ріпаку, пшениці, кукурудзи та ячменю.Агрономія,2020:10:1747. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.3390/agronomy10111747.

27. Коваленко О. А., Болоховська В. А. Вплив комплексного застосування препарату Біокомплекс-БТУ-р та мінеральних добрив на продуктивність озимої пшениці. *АграрНик*. 2014. № 7. С. 14-15.

28. Коваленко О. А., Баранов А. Е., Алейнік Т. В., Михайленко М. А. Вплив регуляторів росту та бактеріальних препаратів на продуктивність ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали II Всеукр. інтернет-конф., м. Кам'янець- Подільський, 15 трав. 2019 р. / М-во аграр. політики та прод. України ; ПДАТУ; МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 70-72.

29. Вплив оптимізації живлення на продуктивність ярих олійних культур на чорноземі південному в зоні Степу України під впливом біопрепаратів. / В. Гамаюнова та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* Агрономія. 2019. № 23. С. 112–118.

30. Карпенко В. П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С. *Зірник. наукових праць Уманського ДАУ*. 2009. Вип. 72. Ч. 1. С. 30–39.

31. Патика В. П., Копилов Е. П., Надкерничний С. П. Вплив

азотфіксувальних бактерій на підвищення імунітету ярого ячменю до збудників кореневих гнилей. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2001. Вып. 33. № 4. С. 279–283.

32. Carriari I., Lippi D., Pictrosanti T., Pictrosanti W. Phytohormone – like substances produced by single and mixed diazotrophik cultures of Azospirillum and Arthrobacter. *Plant Soil.* 1989. Vol. 115. № 1. P. 151–153.

33. Sanderson K. J., Jemeson P. E., Zabkiewier J. A. Auxin seaweed extract: indentification and quantitation of indole–3–acetic acid by gas chromotography–mass spectromeri. *Journal of Plant Physiology*.1997. № 129. P. 363–367.

34. Пономаренко С. П. Високі технології в сільському господарстві. *Агросвіт*. 2005. № 4. С. 16–21.

35. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М., Чугрій Н. А. Екологічно безпечна технологія вирощування ярих колосових культур для гостропосушливих умов Степу України. Красноармійськ, 2015. 35 с.

36. Long-term soil microbial community and enzyme activity responses to an integrated cropping-livestock system in semi-arid region / Acosta-Martínez V. and other. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2010. №137. P. 231–240. URL: https://pubag.nal.usda.gov/download/42892/PDF (date of access: 07.09.2021).

37. Ященко Л. А. Продуктивність ячменю ярого за використання препарату поліміксобактерин. *Молодий вчений*. 2015. № 7(22). Ч. 1. С. 30–32.

38. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва ; за ред. С. О. Ткачика. 4-те вид. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015.60 с.

39. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А, Голобородько С. П., Коковіхін С. В. . Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. Херсон : Грінь Д.С. 2014. 448 с.

40. Мойсейченко В. Ф. , Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. К. Вища школа. 1994. 333.

41. Акіліна О. В., Пасічник В. Г. Економічне обґрунтування

господарських рішень : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2005. 144 с.

42. Застосування біопрепаратів в технології вирощування зернових культур за умов природного зволоження та зрошення зони Південного Степу України : наук.-практ. реком. / О. А. Коваленко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2019, 55 с.

43. Коваленко О.А., Полянчиков С.П., Ковбель А.І. Позакореневе внесення добрив, що містять фосфіти, на початкових фазах розвитку злакових культур. *Зерно*. 2013. № 10 (91). С. 127.

44. Спосіб використання біопрепаратів при вирощуванні ячменю озимого : пат. UA129161 : A01C1/08 (2006.01) № 129169. заявл. 10.04.2018 ;опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.

45. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Пропозиція*. Спецвипуск «Сучасні агротехнології та застосування біопрепаратів та стимуляторів росту». 2015. С. 6-14.

46. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. За заг. ред. к.т.н., доц. І. П. Пістуна. Львів: "Тріада плюс", 2010. – 648 с.

47. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. За заг. ред.. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. Львів: «Тріада плюс», 2011 – 436 с.

48. Управління охороною праці : навчальний посібник для студентів спеціальності «Цивільна безпека», освітньої програми «Охорона праці» / В.В. Березуцький. Харків : ФОП Панов А.М., 2021. 412 с.

49. Балагура В., Балан О., Тимошенко В., Волоха С.Агроекологічні основи оптимізації формування агрофітоценозів сільськогосподарських культур у Центральному Лісостепу України /. Біоенергетика. 2020. № 2. С. 23–26.

50. . Смаглій О. Ф., Кардашов А. Т., Литвак П. В. Агроекологія : навч. Посібник. К. : Вища освіта, 2006. 670, [1] с. : іл.

51. Балюк С. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України. Вісник аграрної науки. 2011. № 6. С. 5–11.

ДОДАТКИ