

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО

**Декан агробіологічного
факультету, д-р. с.-г. наук, проф.**

_____ Віталій Коваленко
"_____" _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
землеробства та гербології**

д-р. с.-г. наук, проф.
_____ Семен Танчик
"_____" _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЯЧЕНЮ ЯРОГО НА ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ»**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д-р. с.-г. н., проф.

Світлана Каленська

Керівник магістерської кваліфікаційної

роботи канд. с.-г. н., доц.

_____ **Олена Карпенко**

Виконала

_____ **Єлизавета Титенко**

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ЗАТВЕРДИТИ**

Керівник
Кафедра сільського господарства та гербології

д.с.-г.н., проф. Танчик С.П

« ____ » _____ 2024 р

**ЗАВДАННЯ
ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТЦІ**

ТИТЕНКО ЄЛИЗАВЕТИ ОЛЕКСІЇВНИ

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Агрономія

Спрямованість освітньої програми Освітньо-професійна

**Тема магістерської роботи «Оптимізація елементів технології
вирощування ячменю ярого на чорноземі»**

затверджено наказом ректора НУБіП України від 12 грудня 2024 р. № 2220 «С»
Кінцевий термін здачі виконаної роботи на кафедру 10. 11. 2025 року

Вихідні дані для магістерської роботи: ґрунтово-кліматичні умови дослідної ділянки, чорнозем типовий легкосуглинковий, урожайність ячменю ярого за різних систем удобрення.

1. Перелік питань для вивчення:

- дослідити особливості росту й розвитку рослин ячменю ярого залежно від фону живлення;
- встановити динаміку наростання наземної маси рослин, площі листової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні міжфазні періоди росту сортів ячменю ярого залежно від дослідженого фактору;
- визначити вплив біопрепарату на врожайність зерна ячменю ярого;
- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність запропонованих агротехнічних заходів вирощування ячменю ярого в умовах Сумської області;

3. Перелік графічного матеріалу (за потреби) таблиці, графіки.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2024р

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ **Карпенко О. Ю.**

Завдання прийнято до виконання _____ **Титенко Є.О.**

ЗМІСТ

Завдання до виконання роботи	3
Зміст	4
Реферат	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИК ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА ОДИНИЦЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)	12
1.1 Значення регуляторів росту у формуванні врожайності та якості зерна ячменю ярого	17
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Кліматичні умови	24
2.2 Ґрунтові умови	27
2.3. Програма та методика проведення досліджень	29
2.4 Агробіологічна характеристика сорту та препарату	32
Висновки до розділу 2	33
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	35
3.1 Водоспоживання ячменю ярого	35
Висновки до розділу 3	41
РОЗДІЛ 4 РІСТ ТА РОЗВИТОК СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ФАКТОРУ	42
4.1 Ріст і розвиток рослин у висоту, наростання надземної біомаси залежно від досліджуваного фактору	42
4.2 Фотосинтетична діяльність рослин ячменю ярого	45
Висновки до розділу 4	49
РОЗДІЛ 5 УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО, ЙОГО СТРУКТУРА ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	51
5.1 Урожайність зерна ячменю ярого та його структура залежно від досліджуваних варіантів	51
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ І ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	55
6.1. Економічна та енергетична ефективність	55
Висновки до розділу 6	58
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	63

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить 70 сторінок друкованого тексту, містить зміст, завдання до роботи, анотацію, вступ, має 6 розділів, огляд літератури, місце розташування, умови, програму та методику дослідження, експериментальну частину, енергетичну та економічну оцінку результатів наукових досліджень, висновки, список використаних джерел, а також 15 таблиць. Усі розглянуті питання та таблиці засновані на реальних даних, мають детальні пояснення та обґрунтування. Список використаних літературних джерел складається з 60 джерела.

Тема дипломної роботи: «Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого на чорноземі».

Мета досліджень – вивчити формування зернової продуктивності ячменю ярого залежно від реакції сорту на застосування сучасних біопрепаратів як чинника підвищення врожайності та хімічної якості зерна в умовах північного сходу Лісостепу України.

Для досягнення мети були поставлені такі питання:

- дослідити особливості росту та розвитку рослин ячменю ярого залежно від фону живлення;
- встановити динаміку приросту надземної маси рослин, площі листкової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні міжфазні періоди росту сортів ячменю ярого залежно від досліджуваного фактора;
- визначити вплив біопрепарату на урожайність зерна ячменю ярого;
- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність запропонованих агротехнічних заходів вирощування ячменю ярого в умовах Сумської області;

Об'єкт дослідження: процеси росту і розвитку рослин сорту ячменю ярого в умовах північного сходу Лісостепу України, закономірності формування врожайності та якості зерна при застосуванні біопрепарату. Предмет дослідження: сорт ячменю ярого, його продуктивність, ріст і розвиток рослин, фотосинтетична активність, особливості застосування біопрепарату, економічні та енергетичні показники вирощування культури.

Методи дослідження: при розв'язанні задачі були використані наступні методи дослідження:

- польовий – для визначення взаємодії об'єкта дослідження з біотичними та абіотичними факторами;
- вимірювання та зважування – встановлення біометричних показників росту і розвитку рослин та формування врожаю сортів ячменю ярого;
- порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності моделей елементів технології вирощування.

Вперше в умовах північного сходу Лісостепу України визначено особливості формування продуктивності ячменю ярого сорту Вакула. Проведено комплексну оцінку якості, обґрунтовано можливість формування стійкої продуктивності та оптимізації елементів технології вирощування ячменю на зерно під впливом використання нових біопрепаратів для їх застосування шляхом позакореневого підживлення рослин в основні періоди вегетації.

Визначено економічну та енергетичну ефективність сучасного біопрепарату в технології вирощування зерна ярого ячменю для формування високих показників його якості.

Ключові слова: технології, біопрепарати, ячмінь, урожайність, економічна та енергетична оцінка.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

т/га – тонна на гектар

шт/м² – штук на квадратний метр

МДж/га – мегаджоуль на гектар

К_е – коефіцієнт енергоефективності

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В Україні ярий ячмінь є важливою зерновою культурою, в тому числі експортною. Характеризується високими показниками економічної ефективності вирощування, хоча за низької врожайності рентабельність ячменю може бути навіть збитковою.

Численними дослідженнями встановлено, що на формування врожайності та основних показників якості зерна істотно впливає живлення рослин. В умовах Північно-Східного Лісостепу України цей чинник є важливим.

Сучасне сільськогосподарське виробництво має базуватися на елементах технології, спрямованих на забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур, розкриття генетичного потенціалу сорту залежно від напрямку використання. При цьому технологія має бути ресурсозберігаючою та мінімізувати негативний вплив на екологічний стан навколишнього природного середовища. За посушливих умов зони вирощування має забезпечувати економне використання вологи на формування врожаю та запобігання непродуктивним втратам.

Застосування позакореневого підживлення біопрепаратами, що містять мікроелементи, сприяє мінімізації негативного впливу навколишнього середовища під час зміни клімату, забезпечує збільшення врожайності зерна та підвищення ефективності вирощування ячменю ярого.

Застосуванню біопрепаратів із вмістом мікроелементів для позакореневого підживлення при вирощуванні ярого ячменю з метою підвищення його продуктивності дотепер присвячено порівняно мало наукових досліджень.

Мета та завдання дослідження. Мета дослідження – вивчити формування зернової продуктивності ячменю ярого залежно від реакції сорту на застосування сучасних біопрепаратів як фактора підвищення врожайності та хімічної якості зерна в умовах північного сходу Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі питання:

- дослідити особливості росту та розвитку рослин ячменю ярого залежно від фону живлення;

- встановити динаміку наростання надземної маси рослин, площі листової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні міжфазні періоди росту сортів ячменю ярого залежно від досліджуваного фактора;

- визначити вплив біопрепарату на урожайність зерна ячменю ярого;

- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність запропонованих агротехнічних заходів вирощування ячменю ярого в умовах Сумської області;

Об'єкт дослідження: процеси росту і розвитку рослин сорту ячменю ярого в умовах північного сходу Лісостепу України, закономірності формування врожайності та якості зерна при застосуванні біопрепарату. Предмет дослідження: сорт ячменю ярого, його продуктивність, ріст і розвиток рослин, фотосинтетична активність, особливості застосування біопрепарату, економічні та енергетичні показники вирощування культури.

Методи дослідження: при розв'язанні задачі були використані наступні методи дослідження:

- польовий – для визначення взаємодії об'єкта дослідження з біотичними та абіотичними факторами;

- вимірювання та зважування – встановлення біометричних показників росту і розвитку рослин та формування врожаю сортів ячменю ярого;

- порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності моделей елементів технології вирощування.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше в умовах північного сходу Лісостепу України визначено особливості формування продуктивності ячменю ярого сорту Вакула. Проведено комплексну оцінку якості, обґрунтовано можливість формування стійкої продуктивності та оптимізації елементів технології вирощування ячменю на зерно під впливом використання нових біопрепаратів для їх застосування шляхом позакореневого підживлення рослин в основні періоди вегетації.

Визначено економічну та енергетичну ефективність сучасного біопрепарату в технології вирощування зерна ярого ячменю для формування високих показників його якості.

У комплексних дослідженнях науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування синтетичних регуляторів росту та біопрепаратів нового покоління – Фреш Флорид – для оптимізації процесу формування врожаю та підвищення якості зерна ярого ячменю з урахуванням агрокліматичних умов Північного Сходу України.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ТА ЗАМІНИ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

1.1 Значення регуляторів росту у формуванні врожайності та якості зерна ячменю ярого

Збільшення виробництва зерна сьогодні є одним із найважливіших завдань забезпечення подальшого розвитку сільського господарства України в усіх його природно-кліматичних зонах. Від її вирішення залежить задоволення зростаючих потреб населення в продуктах харчування та розвиток галузі тваринництва.

Водночас важливим чинником підвищення ефективності зернової галузі є екологічно безпечне та раціональне використання ґрунтово-кліматичних, біологічних, техногенних і трудових ресурсів, що потребує більшої спрямованості зерновиробництва на створення умов для виробництва зернових культур, серед яких чільне місце належить такій сільськогосподарській культурі, як ячмінь.

Для підвищення рівня біологічного потенціалу культури важливо впроваджувати у виробництво сучасні ефективні конкурентоспроможні технології вирощування, які мають базуватися на підборі високопродуктивних сортів, адаптованих до умов півдня України, та застосуванні сучасних біопрепаратів [1, 2].

Хоча за статистичними даними середня врожайність ячменю ярого в умовах півдня України становить 3,13 т/га, є значні резерви для її підвищення [3].

Біопрепарати вважаються екологічно чистим та економічно вигідним засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур, який дозволяє більш повно реалізувати потенційні природні можливості культури [4, 5].

Основоположником вчення про фітогормони є український ботанік, фізіолог рослин і мікробіолог М. Г. Холодний. Однак передісторія їх відкриття почалася задовго до розвитку його робіт у цій галузі.

Працюючи над розвитком фітогормональної теорії, М. Г. Холодний відзначав, що вивчення механізму росту і розвитку рослин має широкі перспективи не тільки в області теоретичних проблем, але і в області практичних застосувань: «Перші досліді в цьому напрямку показали, що тут перед експериментатором відкривається нове широке поле, що обіцяє щедрий урожай в сенсі розширення наших знань про закони мінливості рослинного організму, проникнення в таємниці механізму морфологічних явищ і оволодіння новими способами управління формуванням і розвитком вищих рослин» [6].

У літературі є поодинокі відомості про вплив окремих регуляторів росту та фітогормонів на морфологічні показники та врожайність ячменю ярого (Патика В.Ф., 1991; Шевелуха В.С., 1992; Ковальов В.М., 1997; Бруй І.Г., Привалова Ф.І. та ін., 2000; Шотт). П.Р15., 2007; В.Ф.Патика, 2014, 2020). Проте комплексні дослідження проведені в недостатньому обсязі. Відповідно, подальша робота в цьому напрямі становить науково-теоретичний і практичний інтерес і є актуальною для розвитку рослинництва в умовах Півдня України [7, 8].

Відповідно до Комплексної галузевої програми «Розвиток зерновиробництва в Україні до 2020 року» зерновий сектор України визнано стратегічною галуззю економіки держави, яка визначає обсяги, постачання та вартість основних видів продовольства для населення країни, а саме продуктів переробки зерна та продукції тваринництва, формує значну частку прибутку сільськогосподарських товаровиробників, визначає стан і тенденції розвитку

сільських територій, формує зовнішній капітал держави. обмінні надходження за рахунок експорту. Тому зернова галузь є основою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту [9].

Виробництво зерна традиційно посідає провідне місце в структурі рослинництва і в цілому всього сільськогосподарського виробництва України. Майже третину грошової виручки сільгоспвиробники отримують від реалізації зернових культур. Загальна потреба країни в зерні визначається його кількістю, яка йде на продовольство, переробку, корми, насіння, експорт і створення державних резервів. У цьому обсязі найбільшу питому вагу займає зерно, що споживається тваринництвом і використовується населенням як продукт харчування [10].

Галузь рослинництва є локомотивом аграрного сектора України. Внутрішнє споживання зерна в 2013 році склало близько 29 млн тонн, з яких 55-56% припадало на корм худобі та птиці, 22-23% на продукти харчування, 10-11% на насіння, 4-5% на переробку, а втрати при зберіганні та переробці становлять 6-8%.

Ярий ячмінь в Україні вирощують як продовольчу, кормову і технічну культуру. Проте за обсягом використання його продукції в народному господарстві він відноситься передусім до цінних зернових і кормових культур, частка яких у балансі концентрованих кормів значна.

Зерно ячменю, яке містить в середньому 12,2 % протеїну, 77,2 % вуглеводів, 2,4 % жиру, до 3 % зольних елементів, є високопоживним кормом (в 1 кг міститься 1,2 кормової одиниці і 100 г перетравного протеїну) для всіх видів тварин, особливо при відгодівлі свиней на високоякісний бекон. Важливо, що білок повноцінний за амінокислотним складом, а за вмістом таких амінокислот, як лізин і триптофан, перевершує білок зерна всіх інших зернових культур. Тому при збільшенні кормового раціону ячмінної крупи або висівок худоба швидко набирає вагу і стає більш стійкою до несприятливих умов утримання [11]. У тваринництві як грубий корм цінується ячмінна солома,

особливо сорти з гладкими коліючками (1 ц якої дорівнює 36 кормовим од.), а також запарена полова. Ячмінь вирощують на зелений корм і сіно в сумішках з викою ярою, горохом, нутом, якісний урожай яких нерідко досягає 25,0 - 30,0 т/га.

Ячмінь — важлива продовольча культура. Перлову і ячну крупу виробляють із зерна скловидного грубозернистого дворядного ячменю, що містить 9-11% білка і 82-85% крохмалю. У крайніх північних і гірських районах СНД із зерна ячменю виробляють борошно, яке використовують як домішку до пшеничного або житнього борошна при випіканні хліба. Через низьку якість клейковини хліб із чистого ячмінного борошна малооб'ємний, слабопористий, швидко черствіє.

Зерно дворядного ячменю є найкращою сировиною для пивоваріння. Пивоварне зерно має бути великим, вирівняним, з низьким вмістом білка (9-12,5%) і високим вмістом крохмалю (63-65%). Із зерна ячменю виготовляють також замітники кави та солодові екстракти [12, 13].

На думку деяких дослідників, важлива не стільки кількість, скільки якість білка. Якщо в ньому міститься багато сірки, це не впливає негативно на якість пива, а при низькому вмісті білка в зерні (7-8%) пиво погано піниться, що знижує його споживчі якості. Найцінніші сорти пивоварного ячменю в Україні вирощують у зоні Лісостепу, на Поліссі, а також у передгір'ях Карпат (Івано-Франківська, Львівська, Закарпатська області). Важливе значення мають також відходи пивоваріння, які використовуються для відгодівлі тварин (пивний шлам, пивне зерно).

Процес інтенсифікації сільськогосподарського виробництва безпосередньо залежить від використання в сільському господарстві новітніх досягнень у галузі селекції та насінництва [14,15].

Виведення нових, більш високопродуктивних, більш стійких до несприятливих погодно-кліматичних умов і хвороб сортів, оновлення елітного та репродуктивного насіння дає змогу підвищити врожайність і виробництво зерна на 20-25%.

Тому правильний вибір сорту ярого ячменю з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичних умов є першим і дуже важливим кроком в отриманні високих урожаїв.

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе також впровадження у виробництво ефективних сучасних конкурентоспроможних агротехнологій, які мають базуватися на доборі адаптованих до зони високопродуктивних сортів за умови оптимізації умов макро- та мікроелементного живлення та використання сучасних біостимуляторів росту [16].

Агротехнологічні прийоми вирощування в сучасних умовах не повною мірою сприяють реалізації генетичного потенціалу врожайності нових сортів ячменю ярого, оскільки недостатня відповідність агротехнологій біологічним особливостям сортів. З огляду на це постає проблема удосконалення елементів агротехніки для приведення її у відповідність до біологічних особливостей рослин, що дозволить максимально використати їх урожайний потенціал.

Сьогодні кожен фермер знає, що для покращення росту та розвитку рослин, які вирощуються у його господарстві, поряд з основним удобренням важливо використовувати біопрепарати, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту рослин [12].

У літературних джерелах міститься багато інформації про способи підвищення врожайності зерна шляхом використання біопрепаратів, до яких відносяться форми добрив, їх різноманітні склади та поєднання, концентрація поживних речовин та їх розчинність, строки та норми внесення, вологість тощо. Нині на світовому ринку є низка нових зареєстрованих біопрепаратів, регуляторів росту, органо-мінеральних добрив та біопрепаратів, які позитивно впливають на рослини та рослини. ґрунтів вже доведено [17, 18].

Сьогодні науково доведено і підтверджено практикою, що органо-мінеральні добрива мають високу агрохімічну ефективність і мобілізаційну здатність розчиняти неперетравлювані фосфати, містять стимулятори росту рослин, забезпечують більш ефективну позиційну доступність елементів

живлення для рослин, суттєво впливають на ріст врожаю та якість продукції [19, 20].

Регулятори росту і розвитку рослин є складними органічними сполуками, до того ж цінними. Відповідно, організація їх виробництва потребує високого рівня технологічної обробки та культури [21].

Враховуючи, що одна й та сама речовина залежно від багатьох факторів може по-різному виявляти стимулюючу та гальмівну дію на процеси життєдіяльності рослини, при застосуванні кожного окремого компонента необхідно керуватися результатами комплексних досліджень, вивчення їх впливу на клітинному рівні та у виробничих умовах [22].

У літературі є поодинокі відомості про вплив окремих регуляторів росту та фітогормонів на морфологічні показники та врожайність зерна ячменю ярого (Патика В.Ф., 1991; Шевелуха В.С., 1992; Ковальов В.М., 1997; Бруй І.Г., Привалова Ф.І. та ін., 2000; Шотт). П.Р., 2007; Патика В.Ф. На сьогоднішній день механізм дії найрізноманітніших природних і синтетичних регуляторів росту вивчений не до кінця, комплексні дослідження в цьому напрямку в достатньому обсязі ще не проводилися [23, 24].

Питання оптимізації живлення рослин з метою підвищення продуктивності зерна ячменю ярого, шляхом впливу на показники росту та активації фізіологічних процесів, на сьогоднішній день є ще недостатньо вивченими та потребують подальших досліджень.

Таким чином, існує потреба в подальших дослідженнях.

Одним із сучасних напрямів підвищення врожайності та якості продукції рослинництва є впровадження в сільськогосподарське виробництво сучасних енергозберігаючих технологій з використанням біопрепаратів [25, 26].

Регулятори росту — природні або синтетичні низькомолекулярні речовини, які при надзвичайно низьких концентраціях у рослинах істотно змінюють процеси їх життєдіяльності. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів [27].

Регулятори росту підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температури, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураження хворобами та шкідниками.

Результати науково-виробничих випробувань підтверджують, що використання регуляторів росту в рослинництві є високорентабельним і одним із найбільш доступних агротехнічних заходів, який забезпечує підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур та впливає на їх якість. За ефективністю нові регулятори росту вітчизняного виробництва перевершують закордонні препарати, такі як Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія) та інші [28].

Застосування біологічних препаратів (регуляторів росту), як і будь-яких інших хімічних препаратів, у сільському господарстві потребує всебічного вивчення їх впливу на процеси обміну речовин, ріст і розвиток рослин. Дія будь-якого препарату залежить не тільки від його виду. Безпосередній вплив мають доза, час обробки, а також сортові особливості врожаю та інші фактори. Аналіз даних, отриманих в результаті проведених досліджень, дозволяє виявити механізм дії вищезазначених речовин.

Літературні джерела свідчать, що в країнах Західної Європи зернові культури обробляють комплексом біорегуляторів росту рослин, що в результаті гарантує підвищення їх урожайності на 15-30%. На думку багатьох вчених, використання біологічних факторів для інтенсифікації сільськогосподарського виробництва в майбутньому забезпечить до 50% приросту та якості врожаю [29].

За результатами досліджень, проведених фахівцями Інституту мікробіології НААН України, при сумісному застосуванні нових регуляторів росту з пестицидами для обробки насіння можна зменшити дози їх внесення на 25-30%. При цьому захисний ефект від їх застосування залишається незмінним [30].

За розрахунками низки наукових установ, кожна грошова одиниця, витрачена на придбання та застосування регуляторів росту для передпосівної обробки насіння, окупається збільшенням урожаю в дослідях у 35-40 разів. При обприскуванні посівів цей показник становить 20-25 разів [31].

Згідно з дослідженнями Кіровоградського інституту агрономії НААН, ефективність регуляторів росту безпосередньо залежить від способу їх застосування. Виявлено також залежність від культури, що вирощується, та строків внесення [32].

Так, обробка насіння озимої пшениці регуляторами росту сприяла збільшенню густоти рослин при повному сході на 29,0-32,2%, збільшенню вмісту цукру у вузлах кущення на 2,0-2,8%; зниження вилягання озимих культур в осінньо-зимовий період на 12,6-27,8 %, збільшення врожайності на 0,32 т/га (7,1 %) [33].

Існуючі на українському ринку стимулятори росту рослин представлені у вигляді хімічних сполук і гумінових препаратів, виділених з природних речовин органічного походження. На сьогодні створено та різною мірою перевірено понад 4000 природних і синтетичних регуляторів росту різного походження та хімічного складу [34].

Тільки в Західній Європі зареєстровано понад 850 препаратів, з них 194 мають біостимулюючу дію і рекомендовані до застосування при вирощуванні декоративних (44,4%), плодово-ягідних (31,5%), овочевих (17,1%), картоплі (5,1%), зернових (1%) і технічних культур (0,9%) [35]. Для впорядкування досліджень регуляторів росту Мінагрополітики та Українська академія аграрних наук затвердили Науковий центр «Агроресурси» як головну науково-методичну установу з проблеми «Регулятори росту рослин» в Україні. У результаті проведеної в Україні науково-дослідної роботи виявлено 26 найефективніших вітчизняних препаратів, які визнані кращими серед іноземних. Також для кожної з 22 досліджуваних сільськогосподарських культур визначено строки, оптимальні дози та способи застосування кращих препаратів. Серед вітчизняних екологічно безпечних регуляторів росту нового

покоління Біосил, Біолан, Радостим, Емістим С та інші. Ці препарати, за результатами перевірок у багатьох країнах, визнані високоефективними [36].

Регулятори росту рослин зареєстровані Державною комісією України і дозволені до застосування з метою передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів.

Регулятори росту нового покоління за санітарно-гігієнічною кваліфікацією відносяться до малотоксичних речовин третього і четвертого класів безпеки. В результаті їх застосування відсутній негативний вплив на ґрунтову мікрофлору, гідробіоту, вони не накопичуються в ґрунті, спостерігається їх швидке знешкодження ґрунтовими сапрофітними організмами. Крім того, вони впливають на процес інтенсифікації фосфатмобілізуєчих бактерій, різних форм симбіотичних мікроорганізмів і азотрофів, не завдають шкоди комахам-запилювачам і об'єктам навколишнього середовища [37].

Результати науково-виробничих випробувань свідчать про те, що використання біопрепаратів, а саме регуляторів росту, у рослинництві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агротехнічних заходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення їх якості. За ефективністю переважають нові регулятори росту найкращі іноземні регулятори, серед яких Agriscon (США), Vuksal (Німеччина), Lactofol (Болгарія), а також препарати іспанської компанії «Інагоросса» та деякі інші.

Дослідженнями Інституту мікробіології і вірусології НААН України встановлено, що при застосуванні нових регуляторів росту разом із протруйниками для обробки насіння дози їх внесення можна зменшити на 20-30 % без зниження захисної дії, що забезпечує суттєву економію [9].

Згідно з розрахунками, кожна грошова одиниця, витрачена на придбання та застосування регуляторів росту при передпосівній обробці насіння, окупається збільшенням урожаю в дослідах наукових установ у 35-40 разів, при обприскуванні посівів – у 20-25 разів.

Згідно з дослідженнями Кіровоградського інституту АПВ НААН, ефективність регуляторів росту залежить від способу їх застосування, культури, що вирощується, і строків внесення. Так, обробка насіння пшениці озимої регуляторами росту сприяла збільшенню густоти рослин при повному сході на 29,0-32,2%, збільшенню вмісту цукру у вузлах кущення на 2,0-2,8%; зниження вилягання озимих культур в осінньо-зимовий період на 12,6-27,8%; збільшення врожайності зерна на 0,32 т/га або на 7,1%. Обприскування озимої пшениці Біоланом 20 мл/га підвищило її врожайність на 0,25 т/га (5,3%), рентабельність зросла на 217,4 грн/га при рівні рентабельності 137,9% [38].

Застосовуючи регулятори росту, необхідно враховувати, що вони призначені для стимуляції росту, розвитку та підвищення продуктивності окремих сільськогосподарських культур у відповідних дозах, строках і способах застосування. Порушення цих вимог може призвести до зниження очікуваного ефекту.

Регулятори росту застосовують у вигляді водних робочих розчинів, які готують у день їх внесення. Їх дози на 1 га або 1 т насіння дуже малі, тому важливо, щоб вони були рівномірно розподілені в робочому розчині. Для цього в скляній або емальованій тарі попередньо готують водні маткові розчини цих препаратів. Для обробки 1 т насіння рекомендовану дозу регулятора росту розводять у 200-250 мл води; для обприскування 1 га посівів необхідну дозу препарату розчиняють в 1 л води.

Маткові розчини ретельно перемішують і додають в 10 л інкрустуючого розчину з протруйниками і плівкоутворювачем (на 1 т насіння) або в бак обприскувача і розбавляють водою з розрахунку 250-300 л на 1 га. Маткові розчини та робочі розчини регуляторів росту зберігають не більше 1 доби.

Для обробки насіння зернових культур використовують 10 л захисно-стимулюючого розчину на 1 т насіння, але більш якісна обробка відбувається при застосуванні 15 л розчину, що сприяє зменшенню розвитку хвороб, підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та зменшенню витрат протруйників на 1 т насіння [39].

У господарствах обробку дрібних партій насіння проводять на брезенті, покритому поліетиленовою плівкою. У процесі обприскування необхідно ретельно перемішувати насіння для рівномірного розподілу захисно-стимулюючого розчину.

Результати досліджень показують, що спільне застосування пестицидів і регуляторів росту підвищує ефективність пестицидів (фунгіцидів, інсектицидів, гербіцидів). Крім того, регулятори росту підвищують стійкість рослин до пошкоджень сисними та гризучими комахами.

Обробку посівів водними розчинами регуляторів росту доцільно поєднувати з внесенням пестицидів для боротьби з бур'янами та шкідниками, хворобами або підживленням рослин рідкими добривами в загальних бакових сумішах [40].

Для отримання високих і стабільних урожаїв зерна польових культур рекомендується використовувати регулятори росту (морфорегулятори). Вони сприяють зменшенню довжини міжвузлів і висоти стебла. Збільшуються діаметр соломини і товщина її стінок, внаслідок чого рослини ячменю стають стійкими до вилягання. Крім захисту від вилягання, регулятори росту впливають на процес кущення рослин. Вони зменшують верхівкове переважання головного стебла, утворюють більше бічних стебел, які рівномірно розвинені і не відстають у рості від головного стебла, тобто забезпечується синхронне кущення [41].

Внесення морфогенів підвищує інтенсивність кущення, запобігає виляганням, сприяє рівномірному цвітінню і дозріванню зерна, підвищує стійкість до хвороб, покращує якість зерна, сприяє повній реалізації продуктивного потенціалу сорту, економить кошти на збиранні.

Таким чином, використання при вирощуванні сільськогосподарських культур регуляторів росту, які мають різні механізми дії, є вигідним і забезпечує високий економічний ефект. Але при застосуванні регуляторів росту необхідно обов'язково враховувати їх токсикологічні оцінки та звертати увагу на їх трансформацію та потрапляння в ґрунт, рослини та воду, а також вплив

цих речовин на мікрофлору ґрунту, біологічну цінність та хімічні показники сільськогосподарської продукції.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Кліматичні умови

Польові та лабораторні дослідження проводились протягом 2024–2025 рр. на ФОП Куліченко О. О., що в с. Криничне Охтирського району Сумської області.

Інформацію для аналізу клімату Сумської міської територіальної громади надав Сумський обласний гідрометеорологічний центр за даними Сумської метеостанції. Сумська метеостанція розташована в лісостеповій зоні, на південно-західній околиці Середньоросійської височини, на правому високому березі річки Псел. Навколишня територія являє собою хвилясту рівнину, порізану ярами, балками і річковими долинами, з висотами 200-214 м над рівнем моря. Метеостанція розташована на території аеропорту за 6 км на південний захід від центру міста.

Клімат східного Лісостепу України досить континентальний, жаркий і сухий. Його континентальність проявляється в різких і частих коливаннях річних і місячних температур повітря, кількості опадів та інших агрометеорологічних показників. Майже щороку бувають періоди з сильними вітрами, пиловими бурями та суховіями. Тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур в середньому до 210 днів, а безморозного періоду - до 180 днів.

Зими в цій зоні м'які, з нестійкими морозами і відлигами. В окремі роки вони важкі. Середня температура найхолоднішого місяця року (січень) становить мінус 2...– 4 °С. Сніговий покрив невеликий – 10–20 см. Середня глибина промерзання ґрунту 55 см. Сильні зимові вітри здувають сніг, внаслідок чого поверхнева вологість ґрунту ще більше зменшується.

Весна в зоні Лісостепу зазвичай рання, холодна, з повільним підвищенням температури повітря, зниженням його відносної вологості і збільшенням кількості сонячних днів.

Літо жарке і сухе. Середня температура найтеплішого місяця (липень) +20 - +22 °С. Однак часто і особливо в останні роки спека починається в червні і триває до серпня. Найбільша кількість опадів випадає влітку, але переважно у вигляді злив. Волога швидко випаровується і зазвичай не забезпечує глибокого

зволоження ґрунту. Запаси вологи в ґрунті тут створюються за рахунок дощів, осінніх опадів і весняного танення снігу. Проте в цей період ґрунти глибоко зволожуються, внаслідок чого накопичується достатня кількість продуктивної вологи.

Осінь починається, коли середньодобові температури повітря перевищують 8 °С. Характерною особливістю осіннього періоду для східного Лісостепу є повернення стійкого тепла з сонячною погодою. Важливим показником теплового режиму є сума температур, яка характеризує потребу рослин у теплі. Сума ефективних температур, що перевищують 10 °С, у східному Лісостепу становить 2800–3000 °С.

Температурний режим є досить сприятливим для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур за умови забезпечення рослин вологою.

Річні зміни відносної вологості повітря мають зворотну залежність від температурного режиму. Найвищі його показники відзначаються в грудні-січні. Кількість сухих днів, коли відносна вологість повітря знижується до 30%, на півдні Лісостепової зони становить близько 40 днів.

Основні метеорологічні показники у 2024-2025 роках – роках проведення досліджень наведено в таблиці 2.1.

Щорічно протягом 20-25 днів, а в останні роки навіть до 50 днів і більше, спостерігається нестача опадів. Високі літні температури та низька відносна вологість спричиняють посухи та посушливі періоди. Ці природні явища завдають великої шкоди сільському господарству. Найчастіше вони трапляються в червні та серпні.

Таблиця 2.1

**Погодні умови у роки проведення досліджень за даними метеостанції
м. Суми**

Строки визначення	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
Середньодобова температура повітря у роки проведення досліджень, °С						
2024 р.	12,6	16,1	22,1	24,4	24,7	18,0
2025 р.	9,3	16,3	22	23,4	25,4	19,9
Середньобагаторічна	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4
Кількість опадів у роки проведення досліджень, мм						
2024 р.	56,8	71,7	43,0	29,8	18,2	33,2
2025 р.	87,9	25,6	10,3	39,8	1,8	0,7
Середньобагаторічна	33	42	45	49	38	40

Період із середньодобовою температурою повітря вище 0°C триває 285 днів (в середньому з 25 березня по 14 листопада). Середня тривалість зими 110–126 днів. Літо тепле зі стабільними температурами і проливними дощами. Середня тривалість літнього періоду 131 день. Середня тривалість весняного періоду 25–36 днів.

Режим зволоження визначається кількістю опадів, яка становить 517 мм на рік. Максимум опадів випадає в липні, мінімум — у лютому-березні. У травні різко зростає кількість опадів, спостерігаються сильні зливи, що пояснюється надходженням вологих повітряних мас із заходу і північного заходу і хорошим прогріванням підстильної поверхні.

Нерідко разом з дощем випадає град. Багаторічні дані свідчать, що найбільше опадів випадає влітку - 36% (186 мм) річної кількості, восени - 24%, навесні - 22%, взимку - 18%.

Для клімату Охтирського району характерні посухи. Найчастіше вони спостерігаються у весняний (травень) та передосінній період, коли вологи особливо потребують сільськогосподарські культури.

Сніговий покрив утворюється, як правило, 10-20 листопада, але після цього він може зникнути через підвищення температури повітря. Він стає стабільним після 10-20 грудня. Сніговий покрив повністю сходить після 20 березня. Глибина промерзання ґрунту становить 50 см, іноді 75-85 см, а в дуже холодні зими ґрунт промерзає до 120-190 см. Вічна мерзлота повністю зникає в першій декаді квітня.

Так, за ґрунтово-кліматичними показниками ґрунтовий тип господарства характеризується середньою забезпеченістю поживними речовинами та посушливим, помірно жарким кліматом з нестійкою кількістю атмосферних опадів, високою річною температурою повітря.

2.2 Ґрунтові умови

Ґрунтовий покрив північно-східної зони Лісостепу представлений переважно глибокими малогумусними чорноземами.

Чорноземи глибокі характеризуються меншим заляганням карбонатного горизонту, який розташований у нижній частині перехідного горизонту. Вони, порівняно з чорноземами типовими, мають дещо гірші агрохімічні показники. Вміст гумусу і здатність до поглинання в них нижчі, а кислотність підвищена. Як і чорноземи типові, вони поширені на підвищених елементах рельєфу, але тяжіють до плоских понижень.

Чорнозем — особливий тип ґрунту, який утворюється на лесових суглинках

або ліси під впливом помірно-континентального клімату з періодичними змінами позитивних і негативних температур і рівня зволоження за участю живих мікроорганізмів і безхребетних. Як видно з визначення, чорнозем не можна виробляти в штучних умовах або отримувати шляхом внесення різних видів добрив [42].

Основною характеристикою ґрунту є відсоток гумусу. Чорноземи відрізняються рекордно високим вмістом гумусу (органічної речовини, що утворюється в процесі складних біохімічних реакцій і є найбільш доступною

формою для живлення рослин). У чорноземах наших предків його рівень становив 15% і більше, а сьогодні вважається максимальним 14%. Справа в тому, що при інтенсивному землеробстві гумус не встигає відновлюватися і ґрунти виснажуються [43].

Не варто думати, що чорнозем - це просто родючий ґрунт. Насправді його поняття набагато ширше. Його не можна порівняти з такими органічними добривами, як гній або перегній, так як концентрація поживних речовин в них настільки висока, що їх надмірне внесення може негативно позначитися на рості рослин. У чорноземі всі речовини збалансовані і знаходяться в легкодоступній формі.

Наступною характерною ознакою чорнозему є високий вміст кальцію, потреба в якому культурних рослин найвища на всіх етапах росту.

Чорнозем характеризується нейтральною або близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, що робить його універсальним для вирощування сільськогосподарських культур.

Чорнозем має зернисто-грудкувату структуру, стійкий до вимивання, утворення кірки, вивітрювання та ущільнення. Завдяки такій структурі забезпечується оптимальний водно-повітрообмін з атмосферою і створюються сприятливі умови для росту коренів. Однак, за словами фахівців, чорнозем недостатньо пухкий і вимагає додавання піску або торфу.

Агрофізичні властивості шару ґрунту 0-100 см характеризуються такими показниками: об'ємна маса – 1,41 г/см³, загальна пористість 45%, мінімальна вологість 21,3%, вологість в'янення 10,0%.

Загальний вміст азоту та фосфору в орному шарі ґрунту низький (0,17 та 0,09 % відповідно).

Тому для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, крім калійних, необхідно вносити мінеральні та органічні добрива. Вміст обмінного калію становить 330 мг/кг ґрунту і є достатнім для нормального живлення рослин. Загалом агрохімічні властивості ґрунту свідчать про його відносно низьку родючість [43].

Дослідна ділянка представлена глибоким малогумусним залишково-слабосолонцюватим важкосуглинистим чорноземом на лесі, розташованим на широкому вододільному плато. Глибина гумусового шару 30 см, перехідного 60 см. Вміст гумусу в шарі 0-35 см коливається в межах 1,7-2,4%; на глибині 0,5 м лише 1,1 %. Сума абсорбованих основ становить 32-35 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 95,7%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,8-7,2), гідролітична кислотність в межах 2,00-2,52 мг екв. на 100 г ґрунту.

Ці ґрунти мають водостійку грудкувато-зернисту структуру, тому при зволоженні вони спливають, а при висиханні на поверхні утворюється кірка. Наявність гумусу в орному шарі ґрунту 3,5% (за Тюрінім), азоту нітратного 4,0-4,5 (за Тюріною-Кононовою), рухомого фосфору 142-154 (за Чириковим), обмінного калію 160-187 мг на 1 кг ґрунту (за Чириковим). За вмістом рухомих елементів ґрунт дослідної ділянки характеризується низьким вмістом азоту, середнім вмістом фосфору та високим вмістом калію.

Для забезпечення стабільних урожаїв необхідно оптимізувати вирощування сільськогосподарських культур шляхом позакореневого підживлення регуляторами росту.

2.3 Програма та методологія дослідження

Польові досліді проводились протягом 2024-2025 років. у ПП Куліченко О. О., Охтирський район, Сумська область.

Експеримент однофакторний. Дослідження проводили з районованим середньостиглим сортом Вакула.

Натурні досліді проводили за методикою В. О. Єщенка та ін. «Короткі методичні вказівки до проведення державних випробувань регуляторів росту рослин та методів польових досліджень».

Агротехніка дослідів була загальноприйнятою для умов східної зони Лісостепу України згідно з рекомендаціями, розробленими Сумським національним аграрним університетом, за винятком факторів, які були взяті для

вивчення. Попередником була кукурудза на зерно. Після збирання попередника поле дискували в двох напрямках на глибину 6-8 см, повторне дискування проводили на глибину 8-10 см. Протиковзке розпушування долотним агрегатом проводили на глибину 20-22 см. Ранньою весною поле боронували, потім проводили передпосівну культивуацію і посів суцільним рядковим способом впоперек культивації на глибину 4-5 см з наступним коткуванням.

Урожайність враховували з кожної дослідної ділянки методом суцільного зважування з поправкою на 14% вологість і 100% чистоту зерна. Структуру врожайності визначали ваговим методом дослідного снопа під час збирання. Дані досліджень та облік урожайності обробляли методом дисперсійного аналізу.

Планування та проведення дослідів, відбір зразків ґрунту та рослин, підготовка їх до аналізу здійснювались згідно з методичними вказівками та ДСТУ. Спостереження та облік урожайності проводили за методиками В. О. Єщенка, методичними рекомендаціями до проведення досліджень.

Аналіз проб ґрунту та рослин проводили згідно з ДСТУ, методичними вказівками та відповідними загальноприйнятими методиками.

Зразки ґрунту та рослин відбирали за варіантами дослідів з двох несуміжних повторень. Вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом, загальна витрата води – водно-балансовим методом.

Протягом вегетаційного періоду проводили біометричні вимірювання: висоту рослин, площу листкової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал посівів, приріст свіжої та сухої біомаси надземної частини рослин.

Результати вимірювань, визначення та обліку врожайності піддавали дисперсійному аналізу та статистичній обробці за допомогою комп'ютерної техніки (з використанням програм Microsoft, Office Excel) з використанням методичних рекомендацій щодо проведення польових дослідів.

За сучасними загальноприйнятими методиками розраховано економічну та енергетичну ефективність вирощування ярих зернових культур. Оцінку

енергетичної ефективності елементів технології виробництва проводили за В.О. Ушкаренка, рекомендації О.К. Медведовський і П.І. Іваненко. Економічна ефективність визначена за технологічними картами та цінами, встановленими на 01.09.2025.

Площа облікової ділянки 40 м², повторність досліду триразова. Агротехніка в досліді є загальноприйнятою для північно-східної зони Лісостепу, за винятком факторів, які були взяті для дослідження. Схема досліду наведена в табл. 2.2.

Аналіз проб ґрунту та рослин проводили згідно з ДСТУ, методичними вказівками та відповідними загальноприйнятими методиками.

Зразки ґрунту та рослин відбирали за варіантами досліду з двох несуміжних повторів. Перед посівом у ґрунті визначали вміст рухомих форм азоту нітратного (за Грандваль-Ляж), ДСТУ 4414-02, фосфору рухомого (за Мачигінім) – ДСТУ 4414-2002, калію обмінного (на полум'яному фотометрі). Вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом, загальна витрата води – водно-балансовим методом [44].

Таблиця 2.2

Схема досліду

№ п/п досліду	Проведення позакореневих підживлень (фази вегетації)		
	Кущення	Вихід у трубку	Початок колосіння
1	Контроль (обробка водою)		
5	Фреш Флорід, 300 г/га		
6	Фреш Флорід, 300 г/га	Фреш Флорід, 300 г/га	
7	Фреш Флорід, 300 г/га	Фреш Флорід, 300 г/га	Фреш Флорід, 300 г/га

2.4 Агробіологічна характеристика сорту та препарату

Вакула — сорт ярого ячменю з підвищеною адаптивністю до мінливих умов вирощування. Шестирядний.

Оригіатор - Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення НАН України, м. Одеса.

Сорт виведений за програмою селекції для підвищення адаптованості до мінливих умов вирощування в Україні. У реєстрі сортів рослин України з 2003 року для всіх кліматичних зон. Цінний для виробництва харчових продуктів, має високий вміст β -глюканів, які знижують рівень холестерину в крові, протиракову профілактику кишечника.

Господарсько-біологічні характеристики:

- за даними державного сортовипробування - найурожайніший сорт України. Середня урожайність у державному сортовипробуванні за роки дослідження – 5,0 т/га. Максимально сформований урожай - 9,2-9,6 т/га;
- знижена фотоперіодична чутливість, що дозволяє сорту забезпечувати високі врожаї в різний час настання весни та в різних широтних поясах;
- висока посухостійкість (8-9 балів) завдяки генетично контрольованому показнику СОД-s2 посухо-, соле- та кислотостійкості;
- групова стійкість до сажистої плісняви (8-9 балів), борошнистої роси (7-8 балів) та смугастих гельмінтозів (8-9 балів);
- стійкий до вилягання (7-8 балів). Середньостиглий;
- крупне, вирівняне зерно, маса 1000 зерен (44-50 г).

Апробаційна характеристика: сорт палідум. Колос шестирядний, середньої довжини (7-9 см), пухкий (10-11 сегментів на 4 см колоска), незламний, злегка пониклий, прямокутної форми з переходом у ромбічний, солом'яно-жовтий. Остюки довгі (14-18 см), злегка розпростерті, тонкі, пружні, злегка зубчасті, легко відділяються при обмолоті. Колосок тонкий, вузький, без опушення. Квіткова луска дрібнозморшкувата, нервація добре виражена, із зубцями, перехід до ості поступовий. Основна зерниста щетина довговолоса. Кущ прямостоячий, лист неопушений, проміжний, зелений. Висота рослини 70-80 см. Зерно велике, подовжено-овальної форми, світло-жовте, вирівняне.

Агротехніка: сорт рекомендований для інтенсивної технології вирощування зі зниженими нормами висіву насіння до 120 кг/га. Обробка насіння забезпечує надійний захист рослин від хвороб і гарантує підвищення врожайності. Внесення добрив є обов'язковим [45].

Fresh Florid - регулятор росту рослин на основі органічних речовин морських водоростей для підвищення мембранної, метаболічної та генетичної активності систем клітин, оптимізації трофічної, гормональної та електрофізичної систем регуляції органів рослин.

Діюча речовина: екстракт морських водоростей - 500 г/кг, амінокислоти - 15 г/кг, азот (N) - 3%, фосфор (P₂O₅) - 5%, калій (K₂O) - 16% і мікроелементи.

Має високий вміст амінокислот і білків. Діє як добриво, коректор, регулятор азотного обміну в рослинах за рахунок вмісту азоту в амідній та амонійній формах. Забезпечує рослину необхідним мікроелементами, усуває негативний вплив високих температур на фоні дефіциту вологи в ґрунті, застосування пестицидів. За даними виробника, не виявляє фітотоксичної дії навіть при перевищенні рекомендованих доз (виробник ТОВ «Агросфера ЛТД», Україна) (<https://agrosfera.ua/catalog>).

Висновки до розділу 2

- Взятий для дослідження біопрепарат є апробованим та високоефективним для позакореневого підживлення рослин багатьох сільськогосподарських культур, зокрема ячменю ярого, здатний посилювати ростові процеси рослин, підвищувати їх стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища (зокрема високих температур та тривалих посух). Звідси включення його в схему досліду з метою визначення ефективності вирощування сорту ярого ячменю.

- Тип ґрунту, а саме чорнозем глибокий малогумусний, що має середню забезпеченість рухомим азотом, підвищену кількість фосфору та калію. Це сприятливо для вирощування досліджуваної культури.

- У дослідженнях використовувалися загальноприйняті для досліджуваної ділянки елементи агротехніки, крім коефіцієнта поживності ДСТУ, що свідчить про достовірність результатів, отриманих у досліді. Результати його аналізу оброблені та підтверджені сучасними статистичними методами.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ВИВЧЕНИХ ФАКТОРІВ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

3.1 Водоспоживання ярого ячменю

Вологість ґрунту на глибині 0–100 см визначали перед сівбою та після збирання досліджуваної культури термостатно-ваговим методом. Загальні витрати води визначали методом водного балансу, а коефіцієнт водоспоживання відношенням величин загальної витрати води до рівня врожайності зерна. [46].

Кращими попередниками для ярого ячменю в сівозміні є чисті або зайняті пари, озима пшениця, зернобобові культури, кукурудза на зелений корм і силос. Залежно від попередників проводять основну та передпосівну підготовку ґрунту. Метою обробітку ґрунту є збереження вологи в ньому, укрітня рослинних решток після попередників, а також боротьба з бур'янами. У посушливі періоди оранку замінюють поверхневим розпушуванням ґрунту (після зернобобових і кукурудзи, на відносно чистих полях).

Ярий ячмінь добре реагує на мінеральні добрива, особливо азотні. Це пояснюється інтенсивністю його кущення та наростання вегетативної маси, а також коротким періодом активного поглинання поживних речовин із ґрунту. Норми внесення мінеральних речовин: 60–90 кг/га азоту, 60 кг/га фосфору і 30–45 кг/га калію (на чорноземах, після кукурудзи та озимих); азоту і калію по 30 кг, фосфору (після бобових) 45–69 кг/га. На солонцях калій не використовують.

У лісостеповій зоні вносять усі мінеральні речовини в рівних кількостях (45–60 кг/га) [47].

Фосфорні (до 90% загальної норми) і калійні (100% норми) добрива вносять під основний обробіток ґрунту, а решту 10% фосфорних — у рядки під час сівби. Азотні добрива (якщо попередниками були кукурудза або зернові культури) вносять у два прийоми: половину перед посівом, а другу частину в якості підгодівлі навесні, на II етапі органогенезу; після зернобобових — всю норму під час весняного підживлення у фазу кущення (II етап органогенезу) [48].

Зерновий матеріал для посіву повинен бути кондиційним зі схожістю не менше 92%, чистотою 98% і силою росту не менше 80%. Передпосівна обробка полягає в обробці насіння та їх інкрустації спеціальними препаратами. Найбільш перспективним є обробка зерна плівкоутворюючими препаратами-регуляторами росту в поєднанні з підживленням. Пестициди допомагають захистити насіння і розсаду в майбутньому від можливих хвороб і шкідників не тільки зовнішніх, але і внутрішніх. Серед найвідоміших — Gaucho, Lamardor (Bayer), Quinto Duo (BASF), Dixi-Ultra, Vencedor (Alfachemgroup) тощо [49].

В останні роки поряд із традиційним рядковим способом сівби все ширше застосовують прогресивніші: вузькорядний і перехресний. Вони краще забезпечують рівномірний розподіл зернового матеріалу і, як наслідок, сходять краще розвинену кореневу систему та високу кущистість. В результаті їх міжряддя швидше зникаються, що сприяє пригніченню росту бур'янів, зменшенню випаровування вологи з ґрунту, а також покращує водний і поживний режими.

Відповідність запасів вологи в ґрунті потребі рослин протягом вегетаційного періоду характеризує вологозабезпеченість. Цей показник оцінюється об'ємом запасів вологи в орному, кореневмісному та 0-100 см шарах ґрунту під сільськогосподарські культури.

Особливо гостро відчувається нестача вологи в ґрунті в зоні Південного Степу України. У цьому випадку нестача вологи є стримуючим фактором серед

інших елементів технології. Основним джерелом вологи в південних областях України є атмосферні опади, але їх випадає недостатньо, внаслідок нерівномірного розподілу протягом вегетаційного періоду, що зумовлює необхідність спрямовувати всі основні

заходи щодо максимального накопичення вологи в ґрунті та забезпечення її раціонального використання рослинами.

Процеси фотосинтезу тісно пов'язані з вологозабезпеченням рослин, а також використанням рослинами елементів живлення. Завдяки волозі рослини підтримують стабільний температурний режим у спекотні дні. На думку багатьох вчених, між урожайністю сільськогосподарських культур і кількістю вологи в ґрунті існує пряма пропорційна залежність [50].

Враховуючи, що гідротермічний коефіцієнт в посушливих умовах півдня України є нижчим за одиницю, у процесі вирощування сільськогосподарських культур необхідно стежити за дотриманням агротехнічних умов і спрямовувати їх насамперед на накопичення вологи в ґрунті.

На загальну витрату води впливають метеорологічні умови, тип і фаза розвитку рослин, стан ґрунту, рівень агротехніки, затінення рослинами, поживний, водний, тепловий режими та ін. Показник продуктивності використання води рослинами характеризує коефіцієнт водоспоживання. Цей показник визначає кількість води, витрачену рослинами на транспірацію, випаровування ґрунтом на одиницю маси основної продукції. Приріст урожайності рослин за рахунок оптимізації водного режиму досить обмежений. Для подальшого підвищення продуктивності сільськогосподарських культур необхідно підвищувати рівень агротехніки та родючість ґрунтів. Ярий ячмінь відноситься до посухостійких культур і в процесі накопичення вегетативної маси ця культура досить економно витрачає вологу, транспіраційний коефіцієнт становить в середньому 300-350. Доведено, що на удобрених полях знижує витрати вологи на формування врожаю на 20-30%. Період від виходу рослин у трубку до початку колосіння є критичним для цієї культури, оскільки він збігається з інтенсивним ростом генеративних органів і стебел [44].

Посухостійкості ярого ячменю сприяє його скоростиглість, оскільки він встигає сформувати зерно до настання літньої посухи. Енергія кушіння ячменю досить висока, в цю фазу розвитку утворюється до 4-5 пагонів, іноді навіть більше, в середньому за літературними джерелами продуктивна кущистість 2,1-2,8.

Існує припущення, що коли під час кушіння утворюються додаткові пагони, які не утворюють генеративну частину, то за рахунок накопичених у них поживних речовин створюється запас пластичних речовин для формування зернової маси [51].

На богарних землях складовими загального водоспоживання є запаси ґрунтової вологи та опади. Протягом вегетаційного періоду співвідношення цих компонентів постійно змінюється в залежності від погодних умов, фаз розвитку рослин і фону живлення.

Показники загального водоспоживання сортів ярого ячменю в наших дослідженнях суттєво змінювалися залежно від метеорологічних умов, що склалися в роки досліджень. За роки дослідження найвищі запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см визначено у 2024 р., а більші – у 2025 р. Відповідні значення цих показників по роках становили 815 та 910 м³/га (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Сумарне водоспоживання та його баланс за вирощування ячменю ярого (шар ґрунту 0-100 см)

Рік дослідження	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Ґрунтова волога		Опади вегетаційного періоду	
		м ³ /га	%	м ³ /га	%
2024	2732	815	29,8	1924	70,4
2025	2600	910	35,0	1680	64,6

Максимальна кількість опадів за вегетаційний період випала у 2024 році – 1924 м³/га, а у 2025 році була значно меншою, склавши – 1680 м³/га.

Загальне водоспоживання сортів ячменю ярого за роки досліджень формувалося відповідно до обсягів вищезазначених компонентів. У 2024 році показник загального водоспоживання сортів ячменю ярого порівняно з 2025 роком був вищим на 132 м³/га.

Відсоток вологи ґрунту в структурі загального водоспоживання за роки досліджень коливався від 29,8 до 35,0%.

У науковій літературі з метою обґрунтування ефективності запропонованих заходів вирощування сільськогосподарських культур значна увага приділяється визначенню коефіцієнта водоспоживання, який характеризує загальну кількість води, витраченої на формування одиниці врожайності [51].

Залежно від біологічних особливостей вирощуваних сортів, кліматичних умов вегетаційного періоду, поживного режиму ґрунту та інших показників змінюється і величина коефіцієнта водоспоживання.

У результаті проведених досліджень та розрахунків із сортами ячменю ярого встановлено, що за умови оптимізації живлення рослин у технології вирощування досліджуваної сільськогосподарської культури підвищується ефективність використання ґрунтової вологи та опадів протягом вегетаційного періоду. Така тенденція спостерігається в усі роки вирощування, в тому числі і в менш сприятливі погодні умови 2025 року.

У 2025 р., коли випала найменша кількість опадів, на формування 1 т зерна рослини сортів ячменю ярого використовували від 610,1 (при триразовій обробці Fresh Energy) до 998,4 м³ води в контролі залежно від варіанту та створеного фону живлення. Водночас у варіанті з триразовим обприскуванням Фреш Флоридом у нормі 300 г/га рослин сорту Сталкер визначено найменше значення коефіцієнта водовитрати – 604,0 м³/т. Така ж картина спостерігалася між варіантами досліду і в роки з більш сприятливими погодними умовами.

У більш вологому 2024 році найнижчий коефіцієнт водоспоживання ячменю ярого визначено у варіанті триразової обробки рослин Фреш Флоридом 300 г/га, у якому він становив 604 м³/т. (Таблиця 3.2).

Аналіз результатів наочно демонструє вплив позакореневого підживлення біопрепаратами на коефіцієнт водоспоживання.

За результатами досліджень, проведених у 2024-2025 рр. на базі Ерастівської дослідної станції Інституту зернового господарства (нині Інститут сільського господарства Степової зони), за даними водного балансу встановлено, що як загальне водоспоживання, так і коефіцієнт водоспоживання, а отже, і загальне водоспоживання на одиницю врожаю різною мірою залежали від режиму живлення рослин.

Вплив системи удобрення на баланс вологи в ґрунті за результатами проведених досліджень був суттєвим. За умови оптимізації поживного режиму витрати вологи на 1 га зросли, а її витрати на одержання одиниці врожаю зменшилися. Такі результати досліджень підтверджують, що економна витрата вологи на формування врожаю прямо пропорційна покращенню умов живлення рослин [52].

Отримані дані свідчать, що позакореневе підживлення біопрепаратами в оптимальних дозах дозволяє на формування кожної тонни зерна витратити на 23,1–34,4 % менше води порівняно з контролем, що вкрай важливо для посушливих умов зони.

Висновки до розділу 3

- За роки досліджень найвищі запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см встановлено у 2025 році, а найменше їх накопичено у ґрунті у 2024 році. За період посіву значення цих показників по роках становили 910 та 815 м³/га відповідно;

– За результатами проведених досліджень виявлено, що в середньому (2024-2025 роки) менша частка загального водоспоживання припадає на вологу ґрунту – 29,8%, а більша частка на атмосферні опади – 70,4%. Відповідно відсоток вологи ґрунту в структурі загального водоспоживання за роки вирощування коливався від 29,8 до 35,0%;

- Найважливішим показником є коефіцієнт водоспоживання, який характеризує витрати вологи на формування одиниці врожаю (зерна з відповідною кількістю надземної біомаси). Дослідженнями встановлено, що в середньому за роки вирощування та залежно від варіантів удобрення біопрепаратами в оптимальних дозах на формування кожної тонни зерна можна витратити на 23,1–34,4 % менше води порівняно з контролем, що для умов Сумської області має виняткове значення;

РОЗДІЛ 4

РІСТ І РОЗВИТОК СОРТІВ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИВЧУВАНОВОГО ФАКТОРА

4.1 Ріст і розвиток рослин у висоту, приріст надземної біомаси в залежності від досліджуваного фактора

Важливою умовою формування високої врожайності сільськогосподарських культур є накопичення рослинами надземної вегетативної маси.

Результатами багаторічних досліджень вчених встановлено, що висота посівів зернових культур забезпечує виконання важливих господарсько-біологічних функцій в онтогенезі та тісно пов'язана з іншими властивостями та ознаками. До них відносяться засвоєння рослинами елементів живлення, стійкість до вилягання, урожайність і якість зернових культур [46].

Отже, визначення параметрів їх висоти на окремих фазах росту і розвитку рослин дає змогу встановити вплив досліджуваних факторів на життєдіяльність культури. Основним елементом, який впливає на ріст рослин у висоту, є їх живлення в період вегетації.

Проведені нами фенологічні спостереження та біометричні вимірювання дозволяють зробити висновок про те, що застосування біологічних препаратів речовин по-різному впливало на ріст рослин у висоту.

Поряд з цим на висоту рослин ячменю ярого суттєво впливали погодні умови в роки досліджень. Так, у посушливі за опадами роки через посушливі умови ярий ячмінь, незалежно від сорту, у фазі повної стиглості формував меншу висоту, яка в усіх варіантах досліду була меншою порівняно з більш сприятливими за опадами роками.

У середньому ярий ячмінь у контрольному варіанті (обприскування водою) сформував висоту рослини у фазі повної стиглості 64,8 см, що є найнижчим показником з усіх варіантів досліду.

За умови триразового обприскування сучасними біопрепаратами, до складу яких входять регулятори росту, приріст рослин у висоту за сортами становив до 9,4 см (16%) (табл. 4.1).

Майже так само динамічно змінювався ріст рослин ячменю ярого у висоту в інші фази розвитку рослин (табл. 4.2).

Таблиця 4.1

Висота рослин ячменю ярого та її приріст залежно від норми внесення біопрепаратів у фазу повної стиглості зерна, см

Регулювання росту рослин	Висота, см	Приріст до контролю	
		см	%
Контроль (обробка водою)	64,8	0,0	0,0
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	69,2	4,4	6,7
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	70,9	6,1	9,4
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	75,2	10,4	16,0

Таблиця 4.2

**Динаміка висоти рослин ячменю ярого залежно від доз оптимізації
живлення, см**

Регулювання росту рослин (В)	Фаза розвитку		
	кущіння	вихід у трубку	колосіння
Контроль (обробка водою)	22,0	38,9	58,5
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	22,0	41,3	63,6
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	22,0	45,7	65,2
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	22,0	45,7	65,2

Одним із основних компонентів, що впливає на формування продуктивності сільськогосподарських культур, є накопичення рослинами сировини надземної маси.

Він відображає вплив усіх факторів життя рослин на посіви. Кількість надземної маси і врожайність зерна ярого ячменю тісно взаємозалежні – чим вищий урожай вегетативної маси, тим вищий має бути врожай зерна. Тому однією з важливих умов і запорукою формування високого врожаю сільськогосподарською культурою є накопичення значної вегетативної біомаси з перших фаз розвитку рослин, що свідчить, зокрема, про умови забезпечення рослин основними чинниками життєдіяльності [53].

Таблиця 4.3

**Динаміка накопичення сировини надземної біомаси рослинами ячменю
ярого залежно від кількості підживлень біопрепаратами, г/м²**

Регулювання росту рослин	Вакула		
	кущіння	вихід у трубку	колосіння
Контроль (обробка водою)	481	925	1354
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	498	1422	1917
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	498	1914	2028
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	498	1914	2177

Важливу роль відіграє нарощування надземної маси, особливо при вирощуванні сільськогосподарських культур у Лісостепу України, враховуючи, що до періоду наливу зерна ячменю ярого значна частина листкового апарату вже відмирає [35].

Наші дослідження показують, що нарощування свіжої надземної маси рослинами ячменю ярого суттєво залежало від варіантів, взятих для дослідження. У контрольному варіанті (обробка водою) у фазі кушіння вона становила 481 г/м², а при триразовій обробці біпрепаратами зросла до 498 г/м² (табл. 4.3).

Нарощування свіжої маси та збільшення площі листя відбувалося в першій половині вегетації. Найвищі значення взятих для дослідження показників досягалися на початку фази колосіння. Пізніше, у фазі повного колосіння і перед дозріванням, вони дещо зменшуються.

Так, у фазі виходу в трубку на контролі утворилося 925 г/м² сировини, а під час позакореневого підживлення біопрепаратами цей показник збільшився до 1422–1914 г/м², а у фазі колосіння – 1354 та 1917–2177 г/м².

Найменшими ці показники були при одноразовій обробці рослин препаратами Фреш Флорид у дозах 300 г/га.

Встановлено тісний кореляційний зв'язок між висотою рослин ячменю ярого та накопиченням ними надземної сухої біомаси: $r=0,787$. Встановлено більш тісний вплив між показниками висоти рослин та приростом сирови надземної маси – відповідно $r=0,848$.

4.3 Фотосинтетична активність рослин ячменю ярого

Оптимальний розвиток структури врожаю характеризується швидким зростанням листкової поверхні рослин до оптимальних розмірів. Також важливим є збереження асиміляційної поверхні в активному стані протягом тривалого часу, після чого її робота слабшає. У цьому випадку відбувається перерозподіл поживних речовин до репродуктивних органів [54].

За умови швидкого росту і тривалого періоду функціонування листкового апарату повніше використовуються сприятливі умови для накопичення продуктів фотосинтезу. У той же час необмежена інтенсифікація ростових процесів може призвести до невідповідності між розмірами рослин і якістю одержуваної продукції. Згідно з дослідженнями Бегішева А.Н., в цьому випадку листя здатні забезпечувати лише елементарні ростові процеси і не можуть утворювати велику масу пластичних і енергетичних речовин. Відповідно, при стимуляції ростових процесів необхідно обмежуватися можливостями самої рослини.

Швидкий розвиток досліджуваної нами сільськогосподарської культури — ячменю ярого — зумовлений коротким періодом вегетації. Водночас інтенсивне формування асиміляційного апарату забезпечує його високу продуктивність і є необхідною умовою формування високого врожаю зерна цієї культури [55].

Найінтенсивніший розвиток асиміляційної поверхні відбувся у 2016 р. у сорту Сталкер на фоні позакореневого підживлення препаратами Органік Д2-М та Ескорт-біо. Збільшення листкової поверхні порівняно з контролем було достовірним залежно від фази розвитку рослини та препарату, прийнятого для підживлення.

На думку деяких вчених, дія бактеріальних препаратів на рослини ярого ячменю може бути пов'язана зі зміною гормонального балансу. Позакоренева обробка рослин препаратами, що містять синтетичні аналоги цитокініну, певною мірою сприяє збільшенню розмірів листкових пластинок.

Збільшення площі листкової поверхні однієї рослини під впливом сучасних біопрепаратів, задіяних в експерименті, відбувалося не тільки за рахунок збільшення листкової пластинки, а й за рахунок збільшення кількості листя на рослині.

Таким чином, можна зробити висновок, що органо-мінеральні добрива відновлювальні речовини Фреш Флорид різною мірою мають стимулюючу дію на рослини, яка переважно спостерігається в першій половині вегетації.

Надалі оброблені рослини також продовжують зберігати перевагу над рослинами контрольного варіанту.

За отриманими результатами протягом усього вегетаційного періоду у варіантах із застосуванням біопрепаратів площа листкової поверхні була відносно більшою порівняно з контрольним варіантом.

Таким чином, сучасні біопрепарати вже у фазі виходу в трубку викликають позитивні зміни в розвитку (зростанні) площі листкової поверхні, які зберігаються до кінця вегетації рослини (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Площа листкової поверхні рослин ячменю ярого в основні фази вегетації залежно від оптимізації, тис. м²/га

Фон живлення (фактор В)	Фаза росту і розвитку		
	кущіння	вихід у трубку	колосіння
Контроль (обробка водою)	11,2	20,2	29,3
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	11,3	28,1	34,7
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	11,3	28,7	38,8
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	11,3	28,7	42,3

Як свідчать дані, завдяки використанню біопрепаратів площа листкової поверхні рослин від фази кущення до колосіння збільшувалася в 3 і більше разів (до 4 у найбільш оптимальних варіантах живлення).

Що стосується біопрепаратів, то залежність у них була така ж – зі збільшенням кількості позакоренових підживлень площа листкової поверхні рослин обох сортів ячменю ярого збільшувалася.

Важливе значення для підвищення врожайності зерна ярого ячменю мають інтенсивність фотосинтезу та чиста продуктивність фотосинтезу.

90-95% біомаси органічних речовин рослини утворюється в процесі фотосинтезу. Тому підвищення продуктивності сільськогосподарських культур шляхом оптимізації процесів фотосинтезу, як правило, сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур [55].

Звичайно, чим більше разів обробляли посіви досліджуваними біопрепаратами, тим більшої площі досягався асиміляційний апарат. Це відбувалося в усі фази визначення, крім періоду кушення, коли відбір рослин для визначення цього показника проводили через 2-3 дні після підживлення біопрепаратами. В інші періоди це виявлялося вже яскравіше.

Максимальне значення показника чистої продуктивності фотосинтезу зернових рослин на високих агрофонах також припадає на періоди найбільшого накопичення біомаси та формування асимілюючої площі. Мова йде про фазу початку колосіння.

Питання використання потенціалу такої культури, як ячмінь ярий, залишаються малодослідженими у зв'язку зі створенням і впровадженням у виробництво великої кількості високоврожайних сортів та застосуванням при їх вирощуванні оптимізації живлення за рахунок внесення мінеральних добрив, а ще менш вивченим є вплив біопрепаратів на оптимізацію живлення рослин ячменю ярого [56].

За даними, отриманими в результаті нашого дослідження, чиста продуктивність фотосинтезу рослин ячменю ярого в усіх варіантах дослідження досягала максимуму в міжфазний період колосіння.

Слід зазначити, що при визначенні чистої продуктивності встановлено зростання цього показника як в окремі міжфазові періоди, так і протягом усього періоду вегетації – від періоду кушення до колосіння під впливом оптимізації живлення (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Чиста продуктивність фотосинтезу за період кушіння-колосіння, г/м²
за добу**

Варіанти дослідів	г/м ² за добу
Контроль (обробка водою)	2,38
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	2,54
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	2,83
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	3,19

Цей показник зростає залежно від кількості позакоренових обробок посівів рослин біопрепаратами. Максимальних значень чистої продуктивності фотосинтезу досягнуто від триразової обробки рослин 3,19 г/м² на добу.

З подібною залежністю змінювався і такий розрахунковий показник, як фотосинтетичний потенціал посівів ярого ячменю протягом вегетаційного періоду, а саме в період від кушіння до колосіння (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Фотосинтетичний потенціал посіву ячменю ярого за період кушіння-
колосіння, млн. г/м² за добу**

Варіанти дослідів (фактор В)	г/м ²
Контроль (обробка водою)	1,20
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	1,26
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	1,30
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	1,38

Вона знову зростала під впливом позакоренового підживлення зі збільшенням кількості обробок посівів рослин біопрепаратами, досягаючи максимальних значень у тих же варіантах дослідів, що і чиста продуктивність фотосинтезу. При триразовому підживленні Fresh Florida, де встановлено фотосинтетичний потенціал посівів 1,37 млн г/м² на добу, що на 15 % перевищувало показники в контрольних варіантах.

Висновки до розділу 4

– Приріст свіжої маси та збільшення площі листків у рослин ячменю ярого відбувся в першій половині вегетації. Визначені показники досягали найбільших значень на початку фази колосіння. У подальшому від фази повного колосіння і до дозрівання вони дещо зменшуються відповідно до біологічних особливостей культури;

- взяті для дослідження біопрепарати виявляють стимулюючу дію на рослини, яка переважно спостерігається в першій половині вегетації;

- за результатами, отриманими за роки досліджень, протягом усього вегетаційного періоду у варіантах із застосуванням біопрепаратів площа листової поверхні була відносно більшою по відношенню до контрольного варіанту;

– З подібною залежністю змінювався такий розрахунковий показник, як фотосинтетичний потенціал сортів ячменю ярого протягом вегетації, а саме в період від кущення до колосіння. Вона знову зростала під впливом позакореневого підживлення зі збільшенням кількості обробок посівів рослин біопрепаратами, досягаючи максимальних значень у тих же варіантах дослідів, як і чиста продуктивність фотосинтезу. За триразового підживлення встановлено фотосинтетичний потенціал культури відповідно 1,38 млн г/м² на добу, що на 15 % перевищувало показники в контрольних варіантах.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ, ЇЇ СТРУКТУРА ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

5.1 Урожайність зерна сортів ячменю ярого та її структура залежно від досліджуваних варіантів дослідів

Останніми роками у зв'язку зі зміною кліматичних умов та постійним зростанням витрат ресурсів, особливої актуальності набула проблема отримання стабільних урожаїв та якості зернових культур, зокрема ячменю ярого. Враховуючи вищезазначене та у зв'язку з порушенням основних складових традиційних систем землеробства, основних елементів технології вирощування, хоча вони вже давно розроблені відомими вченими та товаровиробниками України, все ж доцільним є їх систематичне вдосконалення. Адже постійно виводяться нові сорти, змінюється клімат, родючість ґрунту, який здебільшого втрачає частину доступного для рослин запасу поживних речовин тощо. Зокрема, за останні роки заслуговують на увагу дослідження щодо визначення ефективності сучасних регуляторів росту, їх впливу на біологічні особливості вирощуваних сортів зернових культур, формування ними рівня врожайності та основних показників якості зерна. Крім того, порівняно з іншими регіонами України, у Північно-Східній зоні ефективність будь-якого технологічного заходу та його результативність залежить як від температурного режиму, так, насамперед, від рівня вологозабезпеченості, що безпосередньо вносить корективи та непередбачувані коливання рівня врожайності всіх сільськогосподарських культур за роками вирощування. Це свідчить про необхідність розробки елементів технології, адаптованих до регіону, з урахуванням його особливостей для всіх сільськогосподарських рослин і ячменю ярого зокрема [57]. Численні дослідження з різними культурами визначили високу ефективність використання сучасних мікроелементів і біопрепаратів [58]. Зокрема, їх позитивний вплив на рівень урожайності, водоспоживання, якість вирощеної продукції, економічний стан господарств тощо. Зокрема, нашими дослідженнями встановлено тісний зв'язок між оптимальною забезпеченістю рослин елементами живлення та значно вищою ефективністю використання вологи [59]. Як правило, кожен елемент технології вирощування

сільськогосподарських культур розроблений і спрямований, перш за все, на підвищення врожайності.

Таблиця 5.1

Урожайність зерна ячменю ярого, т/га

Фон живлення	Урожайність, т/га			Приріст до контролю	
	2024	2025	середня	т/га	%
Контроль (обробка водою)	2,8	2,6	2,7	0,0	0,0
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	3,8	3,4	3,6	0,9	33,3
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	4,2	3,6	3,9	1,2	44,4
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	4,4	3,8	4,1	1,4	51,8

Так, на контролі зерна збирали в межах від 2,6 до 2,6 т/га (в середньому 2,70 т/га), а у варіантах із підживленням, взятих для дослідження, урожайність підвищувалася до 3,4–4,4 т/га (табл. 5.1).

Підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин відбувається внаслідок впливу технологічних заходів на основні ланки структури, що забезпечують урожайність. При вирощуванні зернових культур до елементів структури відносять: продуктивну кущистість (або кількість колосків за період збирання), розмір колоса, кількість зерен у колосі, їх масу на колос і рослину, масу 1000 зерен [55].

Ці таблиці чітко свідчать про підвищення рівня врожайності зерна пропорційно кількості обробок посіву рослин. У середньому за роки досліджень максимальний урожай отримано від триразового підживлення рослин препаратом Фреш Флорид у дозі 300 г/га – 4,1 т/га, при одноразовому в період кушіння – 3,6 т/га, а при двократному – також у фазі виходу рослин у трубку – 3,9 т/га зерна. При меншій дозі Фреш Флорид (200 г/га) отримано дещо нижчу продуктивність.

Так, за триразового позакореневого підживлення рослин ячменю ярого в основні періоди вегетації урожай зерна порівняно з контролем підвищується на

33,3, а за обробки рослин Фреш Флоридом у дозі 300 г/га відповідно на 44,4 і 51,8 % відносно контролю. Саме цей препарат у вказаній концентрації забезпечив максимальні рівні врожайності зерна в середньому за два роки 4,1 т/га.

Визначено, які структурні елементи формують рівень урожайності зерна сортів ячменю ярого. Встановлено, що під впливом препаратів та кількості обробок рослин сортів змінювалася довжина колоса, кількість зерен у ньому, маса зерна в колосі та маса 1000 зерен (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Елементи структури врожаю сортів ячменю ярого

Фон живлення (В)	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
Контроль (обробка водою)	7,6	20,9	1,0	48,4
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	8,2	23,3	1,2	49,9
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	8,5	23,6	1,2	51,8
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	8,7	24,4	1,3	53,1

Ці таблиці характеризують приріст усіх зазначених елементів структури врожайності при більшій кількості підживлень посівів біопрепаратом.

Так, якщо у рослин ярого ячменю, вирощених у контрольному варіанті досліду з обробкою рослин водою, цей показник у середньому за два роки становив 7,6 см, то за обробки посівів біопрепаратами у фазі кушіння він збільшився до 8,2 см, двічі – також у період виходу рослин у трубку 8,5, а за триразового підживлення (на початку колосіння) – 8,70 см. Тобто при триразовій обробці посівів довжина колоса порівняно з контролем зросла на 15,1 %.

Водночас більш важливим показником структури врожайності є кількість зерен, що утворилися в колосі, і відповідно їх маса в колосі та одній рослині. Зернистість колосу рослин ячменю ярого під впливом кількості обробок

біопрепаратом зросла з 20,9 шт. зерен у контролі до 24,4 шт. при триразовій годівлі або на 16,7 %.

Дослідження ярого ячменю, проведені у 2024-2025 рр. з метою розробки сучасних підходів до оптимізації живлення рослин на засадах ресурсозбереження, дозволяють зробити наступні висновки: застосування біопрепаратів для обробки рослинних культур в основні періоди їх вегетації значно підвищує врожайність зерна незалежно від погодних умов вегетаційного року. У середньому за два роки досліджень урожайність на контролі становила 2,70, при оптимізації живлення в середньому препаратами 3,6 та 4,1 т/га.

Дослідженнями встановлено, що із структурних елементів, які визначають рівень урожайності, найбільший вплив мали: кількість продуктивних колосків, довжина колоса, кількість зерен у ньому, їх маса та маса 1000 зерен. Встановлено, що всі перераховані вище структурні показники підвищувалися залежно від обробки рослин ячменю ярого протягом вегетаційного періоду сучасним біопрепаратом. Максимальних значень, як і рівня врожайності, досягали при триразовому проведенні позакореневого підживлення в основні періоди вегетації (у фази кушіння, виходу рослин у трубку та початку колосіння).

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

6.1 Економічна ефективність

Розрахунки економічної ефективності вирощування ячменю ярого в наших дослідках з оптимізації живлення рослин двох сортів цієї культури шляхом позакореневого підживлення сучасними біопрепаратами визначили доцільність і виправданість їх використання, як одного з основних елементів технології (табл. 6.1 і 6.2).

Таким чином, обробка рослин усіма взятими для дослідження біопрепаратами, незалежно від фази розвитку рослин ярого ячменю, в якій їх підживлювали, та сорту сприяла підвищенню рівня врожайності зерна, а відповідно і собівартості вирощеної продукції. Ми не враховували вартість соломи, яку також часто можна реалізувати як для потреб приватного сектору, так і як якісний корм для тварин [60].

У наших дослідженнях ми залишили солому на полі для внесення її в ґрунт як органічне добриво. З урахуванням вартості соломи, а її врожайність з гектара становила в середньому 3,5-4,5 т/га, собівартість вирощеної продукції з одиниці площі була б значно вищою. При цьому з оптимізацією живлення зростала собівартість самого зерна, і чим більше вносилося добрив, тим вище цей показник досягався при вирощуванні ярого ячменю. Собівартість зерна в контролі становила 23220 грн/га, при одноразовому застосуванні біопрепарату – 30096 грн/га, а при триразовій обробці собівартість валової продукції становила 35260 грн/га (табл. 6.1). Враховуючи вищевикладене, витрати на вирощування в дослідних варіантах порівняно з контролем зросли дещо.

Визначено середні показники виробничих витрат і біопрепаратів на рослинах ярого ячменю. Звичайно, при позакореновому підживленні витрати на вирощування зростали, досягаючи максимуму при використанні біопрепарату.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого

Варіанти живлення	Урожайність зерна, т/га	Вартість зерна, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
Контроль (обробка водою)	2,7	23220	15787	7433	5847	47
1 обробка Фреш Флорід, 300 г/га	3,6	30960	16718	14242	4644	85
2 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	3,9	33640	17340	16200	4446	93
3 обробки Фреш Флорід, 300 г/га	4,1	35260	18053	17207	4403	95

За даними таблиці 6.1 чітко простежуємо переваги вирощування ячменю з метою отримання дещо більшого чистого прибутку з гектара при всіх інших варіантах підживлення досліджуваними біопрепаратами і зокрема в контролі з обробкою рослин лише водою. З нього також видно, що найвищий чистий прибуток у середньому за строки згодовування забезпечило застосування Фреш Флорида у дозі 300 г/га. У зазначеному варіанті дослідження умовного чистого прибутку при вирощуванні ярого ячменю становило 7433 грн/га, при трьох обробках біопрепаратом – 17207 грн/га цей показник досяг максимального значення. Відомо, що від величини виробничих витрат і рівня врожайності залежить один із найважливіших показників економічної ефективності – собівартість вирощуваної продукції. У наших дослідженнях визначена в контрольному варіанті собівартість вирощування ярого ячменю

становила 5847 грн/т за вирощування тонни зерна з відповідною кількістю соломи. В інших варіантах досліду за оптимізації живлення рослин ярого ячменю собівартість вирощування знизилася на 4403–4644 грн/т.

Досить важливим показником економічної ефективності є рівень рентабельності, який визначається відношенням чистого прибутку до собівартості продукції. Вищих значень цей показник досягав при триразовій обробці рослин ярого ячменю біопрепаратом.

Найвищий рівень рентабельності 95 % виявлено при триразовій обробці препаратом Фреш Флорид 300 г/га, при дворазовій цей показник становив 93 %, при одноразовій – 85 %.

Аналіз енергетичної ефективності при вирощуванні ячменю ярого встановив, що за оптимізації живлення, насамперед, збільшуються енерговитрати з урожаєм, оскільки цей показник безпосередньо залежить від рівня врожаю [61]. Так, якщо у контролі з водообробкою рослин цей показник становив 44,51, то в інших варіантах він зростав у межах від 55,32 до 64,87 тис. МДж/га (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого

Варіанти живлення	Урожайність зерна, т/га	Прихід енергії з урожайністю, тис.МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст енергії, тис.МДж/га	Енергетичний коефіцієнт	Енергоемність продукції, тис.МДж/ц
Контроль (обробка водою)	2,7	44,51	12,78	31,73	3,48	0,52
1 обробка Фреш Флорид, 300 г/га	3,6	55,32	13,14	42,18	4,21	0,43
2 обробки Фреш Флорид, 300 г/га	3,9	61,27	13,50	47,77	4,54	0,40
3 обробки Фреш Флорид, 300 г/га	4,1	64,87	13,86	51,01	4,68	0,39

Дані, наведені в таблицях, показують, що споживання енергії залежить від кількості проведених підгодівлі та препарату, обраного для цього заходу. Найвищих значень цього показника досягнуто після триразової обробки рослин ячменю ярого біопрепаратом Фреш Флорид 300 г/га.

Найменший приріст енергії відзначено у варіанті одноразової обробки з біопрепаратом Фреш Флорид 300 г/га, найбільший – за трьох обробок – 51,01 тис. МДж/га. Енергоємність, навпаки, відмічена у контролі, у більшості варіантів з підгодівлями вона знижувалася при застосуванні препарату, що можна спостерігати за даними табл. 6.2.

Висновки до розділу 6

Визначення їх основних показників дозволило зробити такі висновки:

- при застосуванні біопрепарату для обробки рослин ячменю ярого в основні періоди вегетації зросла собівартість вирощеного зерна, але зросли і виробничі витрати на вирощування, які найбільшими визначено за триразових підживлень, де цей показник становив 19093 при відповідних собівартості на контролі 15787 грн/га;

- незважаючи на зростання собівартості продукції, обробка рослин біопрепаратами призвела до збільшення умовного чистого прибутку, який зростав із збільшенням кількості підгодівлі, досягаючи найвищих значень за використання Fresh Florida в оптимізації живлення 300 г/га. При проведенні однієї підгодівлі вона виявилася на рівні 14242, двох – 16200, трьох – 17207 грн/га, а в контролі – 7433 грн/га;

- підвищився рівень рентабельності вирощування ярого ячменю з більшою кількістю підгодівлі, що є надзвичайно важливим. Максимальне значення в досліді було досягнуто при трьох підживленнях рослин ярого ячменю і становило 95 %. Дві підгодівлі цим препаратом забезпечили рентабельність на рівні 93%, а одна – 85, при показнику в контролі – 47,0%.

- За розрахунками енергетичної ефективності вирощування досліджуваних сортів ячменю ярого встановлено, що найбільше енергопостачання з урожаєм надійшло від використання для обробки рослин Фреш Флорида 300 г/га тричі за вегетаційний період 64,87 тис. МДж/га при значеннях на контрольному варіанті 44,51 тис. МДж/га.

ВИСНОВКИ

1. За роки досліджень найвищі запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см встановлено у 2025 р., а найменше їх накопичено в ґрунті у 2024 р. За період сівби значення цих показників по роках становили 910 та 815 м³/га відповідно. Загальні витрати води у 2024 році становили 2732 м³/га, у 2025 році - 2600 м³/га. Частка вологи ґрунту в структурі загального водоспоживання за роки вирощування сортів ячменю ярого коливалася від 29,8 до 35,0 %.

– За результатами досліджень встановлено позитивний вплив оптимізації живлення на ефективність споживання вологи. Встановлено, що рослини найбільш економно витрачали вологу при триразовій обробці посіву ярого ячменю, при цьому споживання вологи в середньому за роки вирощування зменшувалося порівняно з контролем.

– Найбільш інтенсивний ріст рослин у висоту, приріст сирої біомаси та збільшення площі листя у рослин ячменю ярого відбувався в першій половині вегетації. Найвищих значень зазначені вище показники досягали у фазі колосіння. Пізніше, перед дозріванням зерна, вони дещо зменшилися через біологічні особливості культури. Взятий для дослідження біопрепарат мав стимулюючу дію на рослини, підвищував їх стійкість до посухи та високих температур.

– За результатами, отриманими нами за роки досліджень протягом усього періоду вегетації у варіантах із застосуванням біопрепарату встановлено, що біометричні показники приросту сирої та сухої надземної біомаси, площі листової поверхні у рослин ячменю ярого були більшими порівняно з рослинами контрольного варіанту.

- Максимальних значень приросту надземної біомаси (сирої та сухої) досягали в період колосіння з проведенням трьох позакоренових підживлень (у фазі кущення, виходу рослин у трубку та початку колосіння).

Чиста продуктивність фотосинтезу також змінилася таким же чином - та фотосинтетичний потенціал культури протягом вегетаційного періоду. У міжфазний період кущення – колосіння під впливом позакоренового підживлення рослин біопрепаратом вона зростала, досягаючи максимальних значень, а також чиста продуктивність фотосинтезу, де фотосинтетичний потенціал культури становив 1,20 та 1,38 млн г/м² на добу відповідно, що перевищувало показники для досліджуваних сортів порівняно з контрольними варіантами на 68,6 % та 71,4% відповідно.

– Дослідженнями встановлено, що зі структурних елементів, які визначають рівень урожайності, найбільше впливали: кількість продуктивних колосків, довжина колоса, кількість зерен у ньому, їх маса та маса 1000 зерен. Встановлено, що всі перераховані вище структурні показники підвищувалися залежно від обробки рослин ячменю ярого протягом вегетаційного періоду сучасним біопрепаратом. Усі вони, як і рівень урожайності, досягали максимальних значень при проведенні позакоренового підживлення в основні періоди вегетації тричі (у фазі кущення, виходу рослин у трубку та початку колосіння).

– Формування максимальної врожайності зерна ячменю ярого забезпечувало застосування Фреш Флориду 300 г/га, тоді як на контролі отримано 2,8 т/га або на 51,8 % менше.

– Ми визначили вплив досліджуваних факторів на основні показники економічної та енергоефективності. Таким чином, при застосуванні біопрепарату для обробки рослин ячменю ярого в основні періоди вегетації відбулося підвищення собівартості вирощеного зерна, але водночас зросли виробничі витрати на вирощування, які були найвищими за триразового підживлення. де цей показник становив 18053 грн/га у контролі 15787 грн/га;

– Підвищився рівень рентабельності вирощування ярого ячменю з більшою кількістю підгодівлі, що вкрай важливо. Максимальне значення в досліді було досягнуто при трьох підживленнях рослин ярого ячменю і становило 95 %. Дві підгодівлі цим препаратом забезпечили рентабельність на рівні 93%, а одна – 85, при показнику в контролі – 47,0%.

– За розрахунками енергетичної ефективності вирощування досліджуваних сортів ярого ячменю встановлено, що найбільше енергії з урожаєм надійшло від використання для обробки рослин Фреш Флорида, 300 г/га тричі за вегетаційний період, 64,87 тис. МДж/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування ячменю ярого в умовах Північного сходу Лісостепу України для формування врожайності зерна на рівні 4,0 т/га і більше з високими показниками якості та рівнем рентабельності у межах 89-95 % пропонуємо проводити позакореневі підживлення посіву рослин біопрепаратом Фреш Флорід (норма внесення 300 г/га) тричі за вегетацію: у фази кущення, виходу у трубку та початку колосіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антал Т. В., Малєончук О. В. Продуктивність ярої твердої пшениці залежно від елементів технології вирощування в умовах північної частини Лісостепу України. Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів НДІ агротехнологій і якості продукції рослинництва НАУ (Київ, квітень 2006 р.). Київ, 2006. С. 65.
2. Артем'єва К. С. Застосування КАС та рідких органо-мінеральних добрив на його основі для підживлення ячменю ярого на чорноземах типових. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах зміни клімату: міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів (м. Дніпро, квітень 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 72–74.
3. Бельдїй Н., Загинайло М., Носуля А. Ячмінь – рентабельна культура. Пропозиція. 2012. С. 12-14.
4. Білітюк А. П. Біологізація, технологія – засіб підвищення врожайності та якості зерна. Вісник Полтавської аграрної академії. Полтава, 2007. № 3. С. 10-13.
5. Барабаш М., Круковський Г. Використання біопрепаратів – крок до біологічного землеробства. Пропозиція. 2003. № 4. С. 8–11.

6. Моргун В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Фізіологічні основи отримання високої продуктивності зернових культур. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Київ, 2009. Т. 1. С. 11–42.

7. Патика В. П., Копилов Є. П., Наджерничний С. П. Мікробіологічні препарати в технології вирощування ячменю ярого. Вісник аграрної науки. Київ, 2001. № 5. С. 22–24.

8. Петренко С. Д., Петренко О. В. Кормовиробництво. URL: <https://agrosience.com.ua/sites/default/files/library/files/user585/kormovyrobnystvo.pdf>

9. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив і регуляторів росту на зрошуваних землях : дис. ... к. с.-г.: 06.01.09 / Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2016. 173 с.

10. Гринчук І. О. Вплив водорозчинних добрив на урожайність ячменю ярого в умовах дослідного поля ВНАУ. Напрямки досліджень в аграрній науці: стан та перспективи: збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції аспірантів, магістрів і студентів (м. Вінниця, 23 березня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 18-19.

11. Долежал Я., Бовсуновський О. Сучасні ячмені та технологія їх вирощування. Пропозиція. Київ. 2003. № 2. С. 47-52.

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

13. Поліщук М.І. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповіді Міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 р.). Миколаїв, 2018. С. 80-82.

14. Клопота Т. В. Вплив норм мінеральних добрив на врожайність ячменю ярого: матеріали студентської наукової конференції (Полтава, квітень 2012 р.). Полтава, 2012. С. 42-44.

15. Костира І. В. Урожайність зерна пшениці озимої та рівень її якості в цілому від попередників і системи удобрення в умовах Присіващя. Зрошуване землеробство. Херсон: «Айлант», 2012. Вип.58. С. 51-53.

16. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Стратегія оптимізації використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України в контексті глобального сталого розвитку. Вісник аграрної науки. 2014. № 3. С. 5–10.

17. Домарацький Є.О. Агроекологічне обґрунтування систематичного використання поліфункціональних регуляторів росту при вирощуванні польових культур в умовах Південного Степу : дис ... доктора с.-г.наук : 06.01.09 / Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2019. 423 с.

18. Заярна О.Ю. Ефективність застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин проти кореневих гнилей ячменю ярого. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2011. № 2. С. 174-177.

19. Мамедова Є. І. Ефективність застосування біопрепаратів і мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого за різними попередниками. Стан та перспективи впровадження ресурсозберігаючих, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: II міжн. наук.-практ. конф. (Дніпро, березень 2017). Дніпро, 2017. С. 74–75.

20. Мамедова Є. І., Гірка А. Д. Біопрепарати як елементи біоадаптивної технології вирощування ячменю ярого в умовах Північного Степу України. Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва: міжнародна науково-практична конференція (Дніпро, березень 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 282- 283.

21. Бідніна І. О., Влащук О. С., Козирев В. В., Томницький А. В. Ефективність сумісного застосування добрив і мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України. Зрошуване землеробство. 2013. № 60. С. 54–56.

22. Гамаюнова В. В., Касаткіна Т. О. Вплив оптимізації живлення ячменю ярого на формування якості зерна в умовах Південного Степу України. «Наукові горизонти», «Наукові горизонти». Житомир, 2019. №10. (83). С. 3-12.

23. Шпикуляк О. Г., Материнська О. А., Мазур Г. Ф. Ефективність виробництва зерна сільськогосподарськими підприємствами: теоретико-методологічний аспект. Економіка аграрної промисловості. 2014. № 12. С. 42–49.

24. Моргун В. В., Коць С. Я., Патики В. П. Біологічний азот та його роль в азотному живленні рослин. Живлення рослин: теорія і практика. Київ: Логос, 2005. 161 с.

25. Котелянець М. Г. Стан і завдання вивчення та впровадження регуляторів росту рослин. Агроресурси. Київ: УДНДПТІ, 1998. 36 с.

26. Кувшинова А. О., Бескровна А. О., Маліцький Р. Р., Гамаюнова В. В. Значення сучасних біопрепаратів у формуванні врожайності зерна сортів озимого ячменю на півдні України. Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії сталого розвитку: агроекологічні, соціальні та економічні аспекти: зб.матеріалів II міжн. наук.-практ.міжн. конф. (Полтава. 28 листопада 2018 р.). Полтава, 2018. С. 95-97

27. Буряк Ю . І., Чернобаб О. В. Важливим елементом сучасних технологій вирощування насіння зернових культур є регулятори росту рослин. Стан та перспективи розвитку насінництва в Україні. Київ, 2008. С. 196-200.

28. Бузинний М. В. Реакція генотипів озимої м'якої пшениці на стресові умови вегетації при удобренні рослин у різні фази розвитку. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія та біологія. Суми, 2014. Вип.3 (27). С. 192-196.

29. Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко П.В. Застосування біо- та рістрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ярого ячменю. Збалансоване природокористування. 2017. № 3. С. 46-50.

30. Волкогон В. Мікробіологи прогнозують зміну стратегії удобрення сільськогосподарських культур. Пропозиція. 2009. № 5. С. 17-21.

31. Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив і регуляторів росту на зрошуваних землях : дис ... кандидата

сільськогосподарських наук : 06.01.09 / Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2016. 173 с.

32. Поліщук М.І. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. Вплив зміни клімату на онтогенез рослин: матеріали доповіді міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 р.). Миколаїв, 2018. С. 80-82.

33. Кувшинова А. О., Бескровна А. О., Маліцький Р. Р., Гамаюнова В. В. Значення сучасних біопрепаратів у формуванні врожайності зерна сортів озимого ячменю на півдні України. Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії сталого розвитку: агроекологічні, соціальні та економічні аспекти: збірник матеріалів II міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 28 листопада 2018 р.). Полтава, 2018. С. 95-97.

34. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Мікробіологічні препарати - складова органічного землеробства. Сільське господарство. Вінниця, 2017. №7 (47). С. 11-16.

35. Зубець М. В. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в Степовій зоні України. Київ: Аграрна наука, 2010. 986 с.

36. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур О.В., Максимов А.М. Використання біопрепаратів - перспективний напрямок удосконалення технологій. Сільське та лісове господарство. Рослинництво, сучасний стан і перспективи розвитку. Вінниця, 2015. Випуск 2. С. 5-17.

37. Бочевар О. В. Біологічні та технологічні заходи підвищення продуктивності рослин і якості зерна ячменю ярого в умовах південно-західної частини Степу України : дис. ... канд. с.-г.: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2007. 167 с.

38. Юла В. М., Прохоренко М. М. Особливості мінерального живлення ярої пшениці залежно від агротехнологічних і агротехнічних факторів. Збірник наукових праць НЦ «Інститут землеробства АН УРСР». 2010. № 3. С. 216–227.

39. Каленська С. М. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва: навч. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2014. 650 с.

40. Домарацький Є. О. Агроекологічне обґрунтування систематичного використання багатфункціональних регуляторів росту при вирощуванні польових культур в умовах Південного Степу : дис. ... доктора с.-г.06.01.09 / Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2019. 423 с.

41. Гринчук І. О. Вплив водорозчинних добрив на урожайність ячменю ярого в умовах дослідного поля ВНАУ. Напрямки досліджень в аграрній науці: стан та перспективи: збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції аспірантів, магістрів і студентів (м. Вінниця, 23 березня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 18-19.

42. Артем'єва К. С. Застосування КАС та рідких органо-мінеральних добрив на його основі для удобрення ячменю ярого на чорноземах типових. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах зміни клімату: міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів (м. Дніпро, квітень 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 72–74.

43. Лапа В. В. Якість зернових культур залежно від родючості ґрунту та внесення добрив. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків, 2002. Кн.3. С. 240–241.

44. Лозовицький П.С. Основи землеробства і рослинництва: підручник. Київ, 2010. 268 с.

45. Соколова В. М. Каталог сортів і гібридів: збірник / Науковий редактор Соколова В. М. Одеса, 2015. 176 с.

46. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Водоспоживання та врожайність ячменю ярого залежно від сортових особливостей та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. Вісник Сумського національного аграрного університету серія «Агрономія і біологія». 2018. Випуск 9 (36). С. 43-46.

47. Господаренко Г. М. Система внесення добрив: навч. Київ, 2015. 332 с.

48. Гірка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я. Я., Бочевар О. В., Ільєнко О. В. Ефективність застосування регуляторів росту Грайнактив-С у посівах ярого ячменю. Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва

зерна в контексті сучасних ринкових умов: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (м. Дніпро, 30-31 травня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 158.

49. Ткаліч І. Д., Мамедова Є. І. та ін. Продуктивність озимого ячменю-дволапа за осінньої та весняної сівби залежно від обробки насіння та фону живлення. Вісник Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпро, 2016. № 11. С. 31–35.

50. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Глушко Т. В., Музика Н. М. Значення родючості ґрунтів і дотримання закономірностей землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективному використанні вологи рослинами в умовах Південного Степу України. Sb. науч. тр. Азербайджан. науч.-произв. об'єднання Гідротехніки і Меліорації 2019 р. Т. XXXIX. Баку: В'яз, 2019. С. 192–198.

51. Панфілова А. В. Водний режим ґрунту на посівах ячменю ярого (*HORDEUM VULGARE* L.) в умовах Південного Степу України. Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (м. Дніпро, 30-31 травня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 126-127.

52. Костиця І. В. Урожайність зерна пшениці озимої та загальний рівень її якості за попередниками та системою удобрення в умовах Присівашся. Зрошуване землеробство. Херсон: «Айлант», 2012. Вип.58. С. 51-53.

53. Матвійчук М. Догляд, живлення та захист ячменю та пшениці. Супер-агроном. DOI: <https://superagronom.com/articles/239-mikola-matviychuk-doglyad-jivlennya-y-zahist-yachmenyu-ta-pshenitsi> (дата звернення 21.03.2019).

54. Фіщук О.С., Андрєєва В.В. Генетика і селекція рослин: курс лекцій. Луцьк, 2017. 174 с.

55. Фурманець М.Г., Фурманець Ю.С. Вплив способів обробітку ґрунту з використанням соломи на врожайність ячменю ярого. Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей VI міжнародної

науково-практичної конференції молодих учених (м. Київ, 29 березня 2018 р.). Київ, 2018. С. 45-46.

56. Вид-во В. М. Повидало, Л. П. Коломієць, І. П. Шевченко. Продуктивність ярого ячменю в системі ґрунтозахисного біологічного землеробства. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2014. С. 48–54.

57. Нетіс І. Т., Макарчук О. О. Вплив попередників, добрив і засобів захисту рослин на якість зерна пшениці озимої. Таврійський науковий вісник. 2004. № 32. С. 37–42.

58. Давидчук М. І., Кравченко О. В., Вороний О. О. Вплив мінеральних добрив на продуктивність і якість ячменю. Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Київ, 2012. Вип. 179, Випуск 167. С. 76–77.

59. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Глушко Т. В., Музика Н. М. Значення родючості ґрунтів і дотримання закономірностей землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективному використанні вологи рослинами в умовах Південного Степу України. Sb. науч. тр. Азербайджан. науч.-произв. об'єднання Гідротехніка та меліорація на 2019 р. Вип. XXXIX. Баку: В'яз, 2019. С. 192–198.

60. Шпичак О. М. Формування нормативів собівартості і виручки та балансів сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу. Київ: ІАЕ, 2003. 484 с.

61. Бойко В. І. та ін. Економіка виробництва зерна (з основами організації та технології виробництва): моногр. Київ: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

