

Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Факультет природничих наук  
Кафедра біології та агрономії  
**Соловарь Ігор Олександрович**

**ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО  
В УМОВАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Магістерська робота  
за спеціальністю 201 Агрономія**

Особистий підпис \_\_\_\_\_ Ігор Соловарь

Науковий керівник \_\_\_\_\_ кандидат технічних наук, доцент  
Олександр Беседа

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ доктор с.-г. наук, професор  
біології та агрономії Сергій Маслійов

Старобільськ 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ.....	8
1.1. Агробіологічні особливості рослини ячменю ярого.....	8
1.2. Фотосинтетична діяльність посів ячменю ярого.....	13
1.3. Вплив умов вирощування і різних видів мінерального живлення на фотосинтетичну продуктивність ячменю ярого.....	17
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови Луганської області.....	23
2.2. Методика проведення дослідження.....	25
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	30
3.1. Вплив різних видів мінерального живлення на зміну росту, розвитку рослини ячменю ярого.....	30
3.2. Вплив досліджуваних факторів на фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого.....	40
3.3. Особливості залежності врожайності від фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого.....	46
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО.....	53
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО.....	56
ВИСНОВКИ.....	60
РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИРОБНИЦТВУ.....	61
СПИСОК ВИКОРИТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

## ВСТУП

Розробка та вдосконалення існуючих елементів технологій вирощування зернових культур, зокрема і ячменю ярого, в умовах Степу, є на сьогодні основним пріоритетним напрямом аграрного виробництва [1; 2]. Одним із шляхів збільшення врожайності ячменю ярого є створення умов, за яких повністю реалізується потенційна можливість культури [3]. Ячмінь ярий – ключова зернова культура, що культивується в Україні і є четвертою у світі за обсягами виробництва, виводячи країну у світові лідери (перша п'ятірка) [4].

На думку світових аналітиків, експортне виробництво ячменю в Україні знаходитиметься на рівні 9,4 млн тон. Країна в цьому сезоні може забезпечити 20 % всього світового врожаю [5; 6]. Тому, сьогодні український аграрій має враховувати не тільки стрімкий ринок продукції, але ще й проблеми, з якими безпосередньо стикається на полі. Так, враховуючи обмежений ресурсний потенціал рослини, зміна погодних умов, вибагливість ячменю до ґрунту та формування продуктивності посівів, потрібно чималу увагу приділяти формуванню оптимальної густоти продуктивного стеблостою, фітосанітарному стану поля, вибору систем удобрення та ретардантного захисту, розвитку кореневої системи та фотосинтетичному потенціалу рослин [6-8]. З цим твердженням погоджуються багато українських науковців: І.Д. Ткаліч, Е.І. Мамєдова, О.В. Бочевар та ін., – зазначаючи у своїх роботах той факт, що поліпшення фону живлення позитивно впливає на висоту рослин, довжину колосу, кількість продуктивних пагонів тощо [9; 10].

У результаті дії мікроелементів рослини стають більш стійкими до посухи, низьких температур, ураження хворобами та пошкодження шкідливими організмами, тому одним із чинників формування фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого є норма мінерального живлення, враховуючи погано розвинену кореневу систему. Результати дослідів, проведені в зоні Степу, свідчать, що від удобрення залежать усі структурні елементи врожаю. Тому для того, щоб досягти високих врожаїв, потрібно збалансоване мінеральне живлення та повноцінне функціонування фотосинтетичного апарату [8; 10; 11].

Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого є результатом процесів, у результаті яких утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки з простих речовин і залежить від уражень хворобами, внаслідок чого буде недобір врожаю [9; 11; 12]. Тож ефективна система удобрення сприяє нормальному протіканню фізіологічного стану рослини, засвоєнню нею елементів живлення, вологи та перетворення їх у процесі фотосинтезу в запасні речовини зернівки. Безпосередньо, одним із показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листової поверхні. Тому інтенсивність даного процесу та тривалість його роботи є вирішальними факторами продуктивності фотосинтезу, що визначають розміри та якість врожаю [10; 11].

**Актуальність дослідження.** Найважливішими завданнями при вирощуванні ярого ячменю є: збільшення виробництва зерна, підвищення стійкості зернового господарства на основі вдосконалення структури посівних площ, зростання врожайності, ефективного використання мінеральних і органічних добрив, максимального розширення посівів на меліорованих землях і на землях у районах достатнього зволоження, впровадження високоврожайних сортів, поліпшення агротехніки [6; 7].

Підвищення продуктивності зерна ячменю ярого та поліпшення його якості неможливо отримати без розробки нових технологій виробництва.

Також, необхідним фактором для отримання стабільних врожаїв цієї культури є раціональне застосування добрив і правильний підбір сорту [5; 10].

Тому, головним завданням вище вказаних проблем є розробка агроприйомів, що дозволяють зберегти і примножити родючість ґрунту і підвищити продуктивність посівів зернових, в тому числі і ячменю ярого [11; 12].

Важливим елементом технології зернових культур, особливо в регіонах з недостатнім і нестійким зволоженням, служить науково обґрунтована система застосуванням сучасних мінеральних добрив [12; 13].

Тому, враховуючи обмежений ресурсний потенціал рослин ячменю ярого, вибагливість його до ґрунту, потрібно чималу увагу приділяти

фотосинтетичному потенціалу рослин і нормованому внесенню мінеральних добрив.

Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого є результатом процесів, у результаті яких утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки з простих речовин і залежить від уражень хворобами, внаслідок чого буде недобір врожаю [9; 11; 12]. Тож ефективна система удобрення сприяє нормальному протіканню фізіологічного стану рослини, засвоєнню нею елементів живлення, вологи та перетворення їх у процесі фотосинтезу в запасні речовини зернівки. Безпосередньо, одним із показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листкової поверхні. Тому інтенсивність даного процесу та тривалість його роботи є вирішальними факторами продуктивності фотосинтезу, що визначають розміри та якість врожаю [10; 11].

Отже, для рослин ячменю ярого, враховуючи їх анатомо-морфологічну будову в період вегетації, потрібно створювати такі умови, що оптимально сприятимуть формуванню листкового апарату, а значить і ефективної фотосинтетичної діяльності в цілому.

**Мета досліджень** полягала у з'ясуванні впливу як традиційних, так і нових мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого, тим самим вдосконалити елементи технологій вирощування перспективних сортів ячменю ярого в зоні Степу України.

Подібних досліджень в умовах Луганської області проведено недостатньо, тому вивчення даного питання є актуальним.

Для реалізації мети необхідно було вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати наукову літературу з даного питання;
- розробити схему досліду та провести дослідження з визначення показників фотосинтетичної діяльності у посівах ячменю ярого залежно від різних видів мінерального живлення;

- встановити зміни росту, розвитку та особливості формування продуктивності рослини ячменю ярого під впливом різних видів мінерального живлення;
- дати економічну та біоенергетичну оцінку ефективності застосування різних видів мінерального живлення при вирощуванні рослин ячменю ярого;
- провести аналіз умов праці та техніки безпеки під час вирощування ячменю ярого.

**Об’єкт дослідження:** елементи технології – застосування різних видів мінерального живлення під рослини ячменю ярого з вивченням фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого.

**Предмет дослідження:** рослини ячменю ярого, фотосинтетична діяльність, різні види мінерального живлення.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої в магістерській роботі мети були використані:

- методи емпіричного дослідження: польові, лабораторно-польові й лабораторні експерименти, спостереження за ростом та розвитком рослин, біометричні обліки, визначення фотосинтетичної діяльності посівів, продуктивності рослин тощо;
- методи теоретичного дослідження (порівняння, аналіз і синтез даних різних варіантів, індукція та дедукція для пояснення результатів досліду, системний підхід для встановлення закономірностей впливу різних видів мінерального живлення на фотосинтетичну діяльність, на ріст і розвиток рослин ячменю ярого).

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в тому, що вперше для умов Луганської області було визначено вплив різних видів мінерального живлення на фотосинтетичну діяльність рослини ячменю ярого.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати можуть стати основою для проведення оптимізації технологій вирощування різних сортів

ячменю ярого в умовах Луганської області. Розроблено рекомендації щодо вирощування ячменю ярого в умовах Луганської області.

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто пророблено й узагальнено літературні джерела, розроблено програму досліджень, схеми дослідів, проведено польові досліді, камеральні роботи, розраховано економічну й біоенергетичну ефективність окремих елементів технології, проведено математичну обробку даних, написано магістерську роботу.

**Апробація результатів магістерських досліджень.**

Результати досліджень оприлюднено на засіданнях кафедри біології та агрономії, щорічної конференції у рамках «Дні науки 2020» факультету природничих наук ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Результати магістерських досліджень висвітлено в одній науковій публікації збірнику ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» «Природні науки: проекти, дослідження, перспективи».

**Структура роботи.** Робота складається з п'яти розділів, висновків (60), рекомендацій по виробництву (61), списку використаних джерел (62). Зміст роботи висвітлено на 60 сторінках основного тексту, який містить 13 таблиць та 11 діаграм.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ

#### 1.1. Агробіологічні особливості рослини ячменю ярого

Ячмінь є однією з найдавніших корисних рослин сільськогосподарського призначення. Археологічні розкопки дають підставу стверджувати, що він поряд з пшеницею був відомий ще в кам'яному віці. Батьківщиною ячменю вважається Передня Азія. Диким його родичем вважають *Hordeum spontaneum* C. Koch em. Vacht. Даний вид досить широко поширений у таких країнах, як Афганістан, Ірак, Іран, Ліван, Сирія та Туреччина. Культивування ячменю в Передній Азії, в першу чергу, пов'язано з одомашненням тварин та їх розведенням. Найдавнішими районами вирощування ячменю на Євразійському континенті були Туркменія та південна частина нашої країни (5-4 тисячоліття до н. е.). Трохи згодом (3-4 тисячоліття до н. е.) ячмінь почали культивувати у східній частині Закавказзя (територія сучасного Азербайджану) [2; 3; 18; 19; 83].

Ячмінь належить до найбільш поширених сільськогосподарських культур у світовому землеробстві і вирощується ще з доісторичних часів [1; 2; 3; 12; 18; 19; 23].

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* Lessen) – однорічна рослина. Суцвіття – колос. Стрижень колоса складається з члеників, на виступах яких розміщуються одноквіткові колоски (на кожному по три колоски) [2; 3].

Коренева система в ячменю мичкувата, але погано розвинена. Зерно проростає зародковими корінцями, яких буває 4-7. Сходи ячменю сизувато-зелені, стебло – порожнє, 50-140 см заввишки, з 4-6 вузлами. Листки ячменю значно ширші, ніж у пшениці. Язичок короткий, без зубчиків. Вушка досить великі, охоплюють соломину і заходять одне за одне. За наявності вушок і язичків ячмінь на початку вегетації легко відрізнити від пшениці та вівса [33; 50; 51; 52].

Квітки ячменю двостатеві. Ячмінь – самозапильна рослина [4]. Цвітіння у нього відбувається перед колосінням. У жарку погоду цвіте після колосіння,



тому можливе й перехресне запилення. Зерно зростається з квітковими лусками (плівчасте) або голе, досить широке і стиснуте з спинного боку [83].

Культурний ячмінь поділяють на три підвиди. У ячменю дворядного (*H. distichum* L.) з трьох колосків, розміщених на виступах стрижня, розвивається і плодоносить лише середній, а бічні – неплідні.

Колоски ячменю багаторядного (*H. vulgare* Vav.) усі плідні. Залежно від будови колоса і розміщення колосків багаторядний ячмінь поділяють на дві групи. Правильно шестирядний (*H. hexastichum* L.), або шестигранний, ячмінь має щільний колос. Поперечний розріз шестирядного ячменю має вигляд правильного шестигранника. У неправильно шестирядного, або чотиригранного, ячменю колос менш щільний, а середні колоски кожного виступу притиснуті до колосового стрижня. Поперечний розріз колоса має вигляд чотирикутника [2; 4; 83].

В ячменю проміжного (*H. intermedium* L. ) на окремих виступах стрижня утворюється 1-3 плідних колоски. Цей підвид іноді трапляється в районах Малої Азії та Африки [12].

В Україні вирощують дво- і багаторядний підвиди ячменю. Різновидів ячменю багато. Вони різняться плівчастістю зерна (голі або плівчасті), щільністю колоса, остистістю, зазубленістю остюків, забарвленням колоса тощо. Найпоширенішими різновидами ячменю є нутанс (*nutans*) і медікум (*tedicuit*) [31].

Плівчастість дворядного ячменю становить 9-11, а багаторядного – 10-13 %. Зерно багаторядного ячменю різне щодо крупності, оскільки бічні зернини дрібніші та дещо викривлені біля основи.

Шестирядний ячмінь урожайніший порівняно з дворядним лише в умовах короткого вегетаційного періоду, зокрема на пісних ґрунтах та в гірських районах. Його використовують для перероблення на крупу та для кормових цілей [43; 45; 59].

Ярий ячмінь – найбільш скоростигла яра зернова культура. Вегетаційній період – 60-110 днів. Після сівби сходи з'являються за 6-9 днів. Через 12-15 днів після сходив починається кущіння, а через 30-40 днів – стеблуння [2; 4].

Енергія кущіння вища, ніж у пшениці та вівса. В посівах продуктивна кущистість звичайно становить 2-3. Висока кущистість не бажана для пивоварного ячменя. У ячменю кущіння необмежене стадійно і пагоноутворення за інтенсивного зволоження може продовжуватися тоді, коли перші пагони досягли повної стиглості. Внаслідок цього в дощову погоду достиглий стеблостій зростає пагонами пізнього кущіння [2; 3].

Колосіння настає на 45-65 день після сходів. Від виколошування до воскової стиглості 30-45 днів налив та досягання зерна займає 20-25 днів.

Типово самозапильна рослина довгого світлового дня. В умовах гострої посухи запліднення відбувається до виколошування або останнє може і не відбутися [57; 59; 69].

Не вибагливий до тепла. Насіння починає проростати при температурі 1-3 °С, сходи в польових умовах можуть з'являтися при 4-5 °С. Сходи витримують заморозки до 3-4 °С, при температурі 6-8 °С спостерігається пожовтіння листків [57].

Ячмінь досить посухостійкий. Транспіраційний коефіцієнт – 350-450. Дефіцит вологи під час кущіння знижує проєктивну кущистість, викликає значну асинхронність розвитку пагонів. Посуха від колосіння до досягання знижує виповненість зерна [60].

Відзначається високою пластичністю і добре росте на різних ґрунтах. Але кращими є структурні родючі ґрунти з глибоким гумусовим шаром та рН 6.0-7.5. Деякі сорти добре ростуть при більшій кислотності [40].

Чутливий до надмірного зволоження і дуже знижує врожайність на періодично заболочуваних ґрунтах з високим стоянням ґрунтових вод. На піщаних ґрунтах росте гірше, ніж жито і овес, бо має гірше розвинену кореневу систему і нижчу її засвоювану здатність та короткий період інтенсивного росту.

Дослідженнями вчених було встановлено, що підвищена температура повітря у період від сходів до кінця кушіння, а також посуха перед колосінням сприяють збільшенню вмісту білка в зерні ячменю ярого [8; 11; 21].

Натомість, підвищена кількість опадів у період від виходу в трубку до колосіння, а також прохолодна погода в цей період обумовлюють зниження вмісту білкових сполук у зерні [29].

Дослідженнями було встановлено, що надмірна кількість опадів і в деяких випадках понижена температура повітря та нестача сонячних днів протягом вегетаційного періоду ячменю ярого викликають зменшення кількості крупного зерна [20].

У працях вчених наведено результати досліджень, які дають підставу стверджувати, що екстрактивність зерна негативно корелює із сумою опадів і тривалістю сонячного дня. Тобто, прохолодна і дощова погода в період виходу в трубку сприяє підвищенню екстрактивності зерна ячменю. Ними також встановлено, що пивоварний ячмінь у період вегетації повинен отримувати приблизно 170 мм опадів при середній температурі повітря не менше 14-18 °С [28].

Широкий ареал ячменю у світовому землеробстві характеризує його пристосованість до різних типів ґрунтів. Однак його біологічні особливості, пов'язані з відносно слабо розвиненою кореневою системою, її низькою засвоюваною здатністю та інтенсивним накопиченням органічних речовин за короткий відрізок часу роблять ячмінь ярий вимогливим до родючості ґрунту [29].

В умовах Лівобережжя кращими для ячменю є чорноземи типові та сірі лісові ґрунти, менш цінними є глинисті і суглинкові ґрунти. Найвищі врожаї ячмінь формує на родючих добре структурованих ґрунтах з глибоким орним горизонтом [39; 53].

Велика кількість вітчизняних і зарубіжних вчених підкреслюють, що на легких піщаних і супіщаних ґрунтах ярий ячмінь росте погано, так само, як і на заболочених ґрунтах з близьким заляганням підґрунтових вод. Також ячмінь

погано переносить кислі ґрунти – оптимальний рівень рН повинен становити 5,5-6,0. На кислих ґрунтах хороший урожай ячменю можна отримати лише при внесенні вапна [24; 25; 26].

Відзначено, що сучасні сорти ярого ячменю досить вимогливі до родючості ґрунту, оскільки порівняно з іншими зерновими культурами вони характеризуються коротким періодом поглинання елементів живлення. Так, до фази виходу в трубку ним використовується основна частина калію (87 %) та азоту (74 %) від загального виносу, а до фази колосіння – споживає решту азоту і калію. Хороший фосфорний режим необхідний до кінця вегетації. До початка цвітіння ярий ячмінь практично закінчує споживання поживних речовин [38; 43; 59].

Ярий ячмінь є однією з зернофуражних культур, на кормові цілі для задоволення потреб тваринництва припадає 70-75 % валового збору зерна. Ячмінний зерновий білок містить значну кількість незамінних амінокислот, зокрема лізину і триптофану. В 1 кг зерна міститься 9,4 г лізину більше, ніж у зерні кукурудзи. Використання ячменю при відгодівлі тварин на м'ясо дає кращі результати порівняно з годуванням зерна інших культур [52; 70; 72].

Отже, ячмінь ярий характеризується значними особливостями вимог до зовнішніх чинників життєдіяльності, що необхідно враховувати при його вирощуванні.

## 1.2. Фотосинтетична діяльність посів ячменю ярого

Забезпечення продовольчої безпеки є однією з основних завдань, враховуючи прогнозовану необхідність збільшення світового виробництва на 40 % в найближчі 20 років і на 70 % до 2050 року (прогнози ФАО). З огляду на це, існує нагальна потреба у розвитку рослинництва, яке дає більш високі врожаї на одиницю площі землі, без необхідності збільшення внесення різних видів мінеральних добрив або води [13].

Провідна роль у формуванні врожаю ячменю ярого і підвищення його продуктивності рослин належить фотосинтезу [13; 14].

Фотосинтез – дуже важливий процес не тільки тому, що він є джерелом нашої їжі, клітковини і багатьох інших корисних речовин, але і тому, що майже все життя на Землі залежить від нього прямо чи опосередковано [15; 16].

Фотосинтез – основний і важливий процес життєдіяльності рослин. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності й ефективності фотосинтезу [15; 16; 17], в якому першочергове значення відіграє наростання площі листкової поверхні та накопичення нею органічної речовини [17; 18]. Регулювання площі листкового апарату рослин може бути досягнуто створенням оптимальних умов вирощування [17].

Водночас фотосинтетичний апарат рослин чутливий до дії різних чинників, тому строки сівби, сумісне застосування хімічних і біологічних препаратів може мати істотний вплив на формування його розмірів [17;18]. Зважаючи на це, доцільно було б встановити вплив строків сівби, застосування препаратів різної фізіологічної дії на формування фотосинтетичного апарату рослин ячменю ярого.

Формування високого врожаю зерна є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Як відомо, одним із найбільш динамічних показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листкової поверхні. Потужність асиміляційного апарату і тривалість його роботи є вирішальними

факторами продуктивності фотосинтезу, які визначають розміри врожаю та якість зернової продукції [11-14].

Врожайність рослин передусім визначається розмірами та продуктивністю фотосинтетичного апарату, який у процесі росту й розвитку рослин має якомога швидше досягати оптимального показника. Одним із факторів, що регулює величину площі асиміляційної поверхні, є режим живлення рослин. Тому в період вегетації культури необхідно створювати найсприятливіші умови живлення для формування рослинами оптимальної площі листкового апарату й ефективної фотосинтетичної діяльності, тобто однією з можливостей збільшення продуктивності культури є удосконалення агротехнологічних заходів, зокрема умов живлення [15; 27].

Фотосинтез є основою первинної біопродуктивності природних екосистем і формування врожаю сільськогосподарських культур. На його частку припадає до 95 % усієї накопиченої в рослині енергії [18]. Проте зв'язок між його інтенсивністю і продуктивністю господарсько-цінних органів простежується не завжди. Це зумовлено опосередкованим впливом характеру розподілу асимільованого вуглецю в донорно-акцепторній системі рослини [19; 20; 22].

На фотосинтетичну діяльність рослин впливає ряд зовнішніх чинників, які є відносно постійними (освітленість, температура, вміст вуглекислоти в атмосфері тощо) і їх варіювання виключно пов'язане з радіаційним режимом атмосфери, кліматичними та погодними умовами. Вміст мінеральних та органічних речовин у ґрунті, його повітряний і водний режими є факторами, на які можна безпосередньо впливати і контролювати [22; 32; 34].

Тому в період вегетації необхідно створювати найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин, аби вони сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [15; 18]. В умовах незадовільного ресурсного забезпечення сільського господарства і кризових явищ екологічного характеру постає нагальна потреба в розробці технологічних рішень, які б дозволили мобілізувати можливості природних процесів, що

впливають на розвиток рослин, забезпечити стабільність агросистем, знизити хімічне навантаження на агроценози за збільшення їх продуктивного потенціалу.

Вирішення цих завдань можливе за рахунок застосування сучасних видів мінерального живлення.

Рослини, водорості і ціанобактерії є кисневими фотосинтезуючими організмами, які використовують світлову енергію для генерування органічних молекул (наприклад, глюкози, сахарози, крохмалю) з діоксиду вуглецю і води, вивільненням кисню в атмосфері [35; 36].

Розміри і тривалість роботи асиміляційного апарату мають важливе значення для фотосинтетичної продуктивності [18].

Однак ці показники досить повільно реагують на зміни умов навколишнього середовища. У зв'язку з цим, постає необхідність додаткової оцінки можливостей ценозу з урахуванням онтогенетичних змін фотосинтетичних реакцій [37; 41].

Найбільш чутливішими на зміни навколишнього середовища є первинні процеси фотосинтезу. Швидкості таких реакцій залежать від просторової і структурної організації фотосинтетичного апарату, тому навіть незначні дії на пігмент-білкові комплекси відбиваються на швидкості транспорту електронів основних світлових стадій фотосинтезу [15].

Як відзначав А. О. Ничипорович, для одержання високого урожаю недостатньо сформувати велику площу асиміляційної поверхні, а отримавши її, не можливо гарантувати високу урожайність культури. Головним є не площа листків, а термін їх активної роботи. Фотосинтетичний потенціал – це один із найважливіших параметрів, з яким тісно корелює рівень врожайності і характеризує продуктивність листового апарату [15; 16].

Досить важливим показником фотосинтетичної діяльності в посівах є також чиста продуктивність фотосинтезу, що характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні рослин. Даний показник перебуває у певному зворотному зв'язку із розміром листової поверхні [6]. Із появою нових сортів ячменю ярого

виникає потреба встановити, як змінюються показники фотосинтетичної діяльності у посівах в залежності від різних умов мінерального живлення, адже між цими величинами та врожайністю рослин існує тісна пряма та зворотна кореляційна залежність.

Фотосинтетичний потенціал характеризує роботу листової поверхні упродовж всього періоду вегетації. Тому, вивчення закономірностей накопичення біомаси і формування врожаю показує, що фактори середовища можуть істотно впливати на інтенсивність і характер фізіолого-біохімічних процесів у рослин, що в значній мірі і визначають кінцеву продуктивність [42].

Доведено, що врожайність рослин визначається, передусім, розмірами та продуктивністю роботи фотосинтетичного апарату, який у процесі росту і розвитку рослин повинен якомога скоріше досягти оптимального розміру. Одним із факторів, що регулює площу асиміляційної поверхні, є поживний режим рослин. Тому в період вегетації необхідно створювати найсприятливіші умови живлення, аби рослини сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [54; 55; 56; 59].

Отже, найважливішими факторами, що регулюють величину асиміляційної поверхні, є поживний режим ґрунту, який значно поліпшує формування оптимальної площі листкового апарату та ефективної фотосинтетичної діяльності рослин ячменю ярого.



### **1.3. Вплив умов вирощування і різних видів мінерального живлення на фотосинтетичну продуктивність ячменю ярого**

Високої врожайності та якості ячменю ярого можна досягти, лише якщо будуть докладені необхідні зусилля протягом ключових періодів росту і розвитку культури. В якості індикаторів хорошої врожайності та високої якості використовується кілька ключових показників росту та розвитку таких як закладання, формування та дозрівання [49].

Протягом фази закладання, формуються продуктивні пагони і коріння, розвивається листковий покрив. Наприкінці неї формуються такі складові характеристики врожайності як кількість колосків та закладання зернин/м<sup>2</sup>. Швидкість росту рослин ячменю ярого залежить від умов довкілля, тому у прохолодні похмурі дні він сповільнюється [44].

По мірі підвищення температури ґрунту, швидкість появи сходів зростає. Важливою умовою є досягнення оптимальної густоти посіву навесні у межах 300-350 рослин/м<sup>2</sup>, оскільки у ячменю низька здатність компенсувати зрідження посівів великою кількістю зерна у колосі [50,51,52].

Фаза розвитку розпочинається після утворення першого видимого вузла і триває до цвітіння. Це критичний період росту, оскільки протягом цього періоду формуються листки, глибоке коріння, квіти та резерви у стеблі, які впливають на врожайність. Кількість колосків у ячменю має велике значення, оскільки він має тільки одну квітку/пагін. Це майже не дозволяє компенсувати малу кількість колосків більшою кількістю зерна у ньому. У 2-рядного ячменю один плодоносний колосок з обох сторін осі, а у 6-рядного – три таких колоска.

Стебло рослини є основою формування наземної частини організму, адже саме на стеблі закладаються ростові центри і завдяки апікальному чи інтеркалярному типу росту воно збільшує свою вегетативну масу. На стеблі формуються листові пластинки, які є основними чинниками фотосинтетичної активності та квітки, кількість яких, у кінцевому результаті, визначає насінневу продуктивність рослини [2; 3; 4].

Ріст стебла у рослин ячменю ярого проходить у нижній частині міжвузля, де розміщена молода тканина, захищена основою листкової піхви. Видовження стебла в основному закінчується після повного виколошування рослин. Висота стебла у ячменю ярого, будучи генетичною властивістю сорту, піддається особливо широкій зміні під впливом умов вирощування. Коли не вистачає води, колос не повністю виходить з піхви верхнього листка [54; 55].

Довжина верхнього міжвузля є показником забезпеченості рослин водою під час цвітіння і на початку формування зерна. Діаметр стебла зменшується в напрямку до колоса, дуже зменшується товщина стебла, що призводить до його ламкості, а звідси й до втрат урожаю.

В оптимальні за зволоженням та режимом температур роки висота рослин ячменю ярого коливається від 47 до 140 см. У найбільш посушливі роки амплітуда коливань становить 35-87 см [4; 10; 46].

Поряд з цим на протязі вегетації висота рослин збільшується не рівномірно. Так, у фазу кушіння і виходу в трубку рослини мають майже однакову висоту, що пояснюється наростанням в більшій мірі маси рослин, а вже у фазах колосіння та цвітіння відбувається інтенсивний ріст рослин у висоту. Припинення ростових процесів відбувається у фазі молочно-воскової стиглості, так як всі поживні речовини спрямовані на наливання зерна [76].

Фаза дозрівання розпочинається після цвітіння і триває до наливу і досягання зерна. Протягом цього періоду визначаються критичні складові врожайності, тобто кінцева кількість зерна на  $m^2$  і його вага [4].

Кількість зерна у колоску залежить від кількості продуктивних колосків на центральному стеблі. У 2-рядного ячменю, колоски ростуть по три, але тільки одна центральна квітка є плодоносною. У 6-рядного ячменя, квітки на всіх трьох колосках є плодоносними.

Догляд за культурою, зокрема живлення, може значною мірою вплинути на кількість зерна у колоску і на кількість колосків на  $m^2$  площі. Кількість зерна на  $m^2$  і розмір окремих зернин визначає здатність його до зберігання протягом періоду наливу [83].

Отже, отримання повноцінних сходів, оптимальний ріст і розвиток рослин ячменю ярого залежить від сприятливого поєднання гідротермічних і ґрунтових умов, індивідуальної реакції культури щодо факторів зовнішнього середовища, а також належного стану посівного шару навесні [35; 36].

Дослідженнями встановлено, що крім погодних умов, формування врожаю зерна істотно залежить від:

- фотосинтетичної продуктивності на стадії наливу зерна і впливає в цілому на біомасу;
- дози внесення мінеральних добрив;
- розвитку кореневої системи;
- вихідних запасів вологи;
- агрофізичних показників ґрунту та ін.

При наливанні зерна у рослин ячменю ярого, особливу роль відіграють фаланговий лист, другий і третій листки.

Таким чином, дослідження фотосинтетичних характеристик фалангового листа, на стадії наливу зерна, допомагають нам зрозуміти їх фізіологічний статус і потенціал врожаю в рослинництві.

Як показують дослідження останніх років, фотосинтез є головним показником, що є доступним для будь-яких маніпуляцій збільшення продуктивності рослин. Продуктивність фотосинтезу може збільшити врожайність, при умові, якщо інші фактори залишаються постійними [47; 48].

Сучасні технології обробітку зернових культур передбачають застосування фізіологічно активних речовин для підвищення стійкості сільськогосподарських рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища, посилення поглинання поживних речовин із ґрунту і добрив, регуляції процесів росту і розвитку, активізації біосинтезу білка та інших явищ, що в кінцевому результаті призводить до зміни спрямованості обміну речовин і посилення продукційних процесів в рослинному організмі [56].

Регуляція росту і розвитку рослин за допомогою фізіологічно активних речовин та різних видів мінерального живлення, дозволяє впливати на окремі

етапи онтогенезу з метою мобілізації генетичного потенціалу рослинного організму, що в кінцевому результаті збільшує не тільки врожайність, але ще й якість врожаю [58].

В останні роки велика увага приділяється розробці і трансформації різних видів мінерального живлення нового покоління з широким спектром фізіологічної діяльності, яка буде безпечна для людини і навколишнього середовища, таким наприклад як ActiBion.

Встановлено, внесення таких препаратів під посів та у фазу кушіння підвищує збереженість рослин до збирання, покращує фізіологічні показники, підсилює фотосинтетичну діяльність, активізує розвиток продукційного процесу за рахунок підвищення асиміляційної поверхні листя, збільшення вмісту хлорофілу, стимулює зростання показників фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу, що в кінцевому підсумку призводить до зростання урожайності і зниження вмісту нітратів в зерні [61; 62].

Від хвороб на ячмені застосовують безліч препаратів, з яких основна маса припадає на синтетичні засоби. Наприклад, в комплексну систему захисту ячменю препаратами «Байер» входять такі, як Протруйники: Ламадор, Редіг, Нупрід; гербіциди: Агрітокс, Естет, Секатор, Пума; Фунгіциди: Зантарая, Прозаро, Солігор, Фалькон; Інсектициди: Конфідор, Протеус, Децис.

У кожному разі комплекс конкретних умов фермерського господарства, повинен визначати вибір мінеральних добрив, засобів захисту рослин, їх поєднання та відповідне дозування.

До цих умов також відносяться фітосанітарний стан посівів, попередники, ґрунтово-кліматичні умови, так як, посушлива спекотна погода сприяє більшому розвитку шкідливих комах, а наявність у ґрунті надмірної вологи збільшить кількість бурянів та хвороб [63].

Тому вчасне застосування сучасних препаратів, дає можливість провести профілактичні обробки перед посівом, тобто на самому початку розвитку шкідливих об'єктів і домогтися максимальної ефективності.

Встановлено, що при багаторічній обробці гербіцидами посівів, відновити врожайні властивості ячменю ярого можливо, але, при цьому використовуючи регуляторами росту рослин біологічної природи з антистресовою дією, або сучасні мінеральні добрива, по типу Авангард, Старт, Асті Віон та інші. Такі препарати мають унікальні властивості: мікроелементи в хелатній формі, амінокислоти, гумінові речовини, бурштинова кислота водорості, біологічно активні речовини. Дані елементи добрив швидко проникають (протягом 1-5 годин) у клітини рослин, активують обмінні процеси їх та підвищують стійкість до стресів і хвороб [64; 65].

Встановлено, що продуктивність ячменю ярого залежить від особливостей сорту, технології вирощування та кліматичних умов. Важливими елементами технології є підбір попередника і норма висіву, що дозволяє отримати оптимальну густоту посіву. Рослини найбільш ефективно використовують площу живлення та освітлену поверхню листків, стебел, колосків [1; 2].

Одним із чинників формування густоти стеблостою є норма висіву, яка для ячменю залежить від кліматичних і ґрунтових умов, рівня культури землеробства, способів сівби, якості насіння, особливостей сорту та інших факторів. Результати дослідів, проведених науково-дослідними установами в степовому регіоні, свідчать, що густота посіву ярого ячменю перебуває в прямій залежності від кількості опадів та родючості ґрунту [66].

Сорти ячменю, які мають низьку стійкість до вилягання, а також ті, що характеризуються високим коефіцієнтом кушення, потребують знижених норм висіву і, навпаки, стійкі до вилягання і з низьким продуктивним кушенням – підвищених. Скоростиглі сорти ячменю більш чутливі до загушення посіву, ніж середньостиглі [3].

За даними Ничипоровича А. А., продуктивність посівів, рівень біологічних і господарчих урожаїв визначаються взаємодією трьох фізіолого-біохімічних процесів: фотосинтетичної продуктивності, внаслідок чого формується органічна речовина; дихання, пов'язаного з використанням створених органічних речовин на процеси життєдіяльності; транслокації – переміщення

пластичних речовин у насіння, що визначає темпи накопичення поживних речовин у зерні і величину врожаю [4; 5].

Дослідники [6, 7] вважають, що кількість продуктивних стебел на одиниці площі є одним із найважливіших показників, від якого залежить величина площі листової поверхні, а отже має вплив на ефективність використання фотосинтезу, що в свою чергу визначає рівень врожайності.

На величину стеблостою може впливати здатність ячменю інтенсивно кущитись, чим він вигідно відрізняється від інших ярих зернових культур. Бокові пагони формують майже таку ж продуктивність, як і основні, стеблостій вирівняний за розвитком та висотою. Найважливіше питання в агрономічній науці є визначення можливості максимального накопичення рослинами органічної речовини в процесі високої продуктивності фотосинтезу [68].

Таким чином, світловий режим для життя рослин має не менше значення, ніж температура, вологість та мінеральне живлення у рядках тощо. Цими заходами можна помітно збільшувати коефіцієнт корисної дії фотосинтезу, надходження сонячного світла на землю. Засвоювання рослинами енергії під час фотосинтезу залежить не лише від загальної її кількості, але й від рівномірності надходження до рослин і від температури повітря.

Отже, своєчасне і якісне проведення технологічних операцій впродовж вегетаційного періоду є запорукою одержання високих і сталих врожаїв якісного зерна ячменю ярого.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови Луганської області

Експериментальні дослідження виконувались на дослідних ділянках кафедри біології та агрономії, у відділенні науково-технічної підготовки з аграрного напрямку ЛНУ імені Тараса Шевченка та у ФГ «Сапфір-К» (Луганська область, Старобільський район), що розташовані в агрокліматичному районі з недостатнім зволоженням.

Найбільш характерною рисою рельєфу території, на якій проводилися дослідження, є височина – Донецький кряж. Площа його біля 23 тис. км, довжина 370 і ширина 160 км [7].

Основні ґрунти, які мають сільськогосподарське значення в Луганській області, об'єднано в такі групи: 1) чорноземи типові звичайні середньо гумусні; 2) чорноземи на елювії щільних порід; 3) середньо та сильно змиті ґрунти; 4) солонці та солонцюваті ґрунти; 5) чорноземи на корінних пухких піщаних породах [6].

Чорноземи типові, опідзолені трапляються в основному в Свердловському та Антрацитівському районах області. Загальна глибина гумусового профілю в звичайних чорноземів складає 60-80 см. Потужність гумусового шару – 35-40 см.

Чорноземи звичайні на елювії щільних порід за поширеністю посідають друге місце. Трапляються вони в Старобільському, Лутугінському, Біловодському та інших районах Луганської області. Механічний склад ґрунтів цієї групи переважно середньо-та важко суглинковий з домішками щабню ґрунтоутворюючих порід. Гумусовий шар слабо еродованих ґрунтів складає 45-55 см, а звичайних чорноземів – 55-65 см. Вміст гумусу не перевищує 5 %, азоту – 0,12-0,34, фосфору – 0,10-0,12, калію – 1,4-2,4 %. Забезпеченість рослин елементами живлення в доступній формі невисока.

Чорноземи сильно та слабо еродовані на щільних безкарбонатних породах чи пісках трапляються на схилах Донецького кряжу й на піщаних

давньоелювієвих терасах річок. Поширені в багатьох районах Луганської області, зокрема в Антрацитівському, Краснодонському, Свердловському, Перевальському та інших.

Ґрунти дослідних ділянок представлені чорноземами звичайними на лесових породах з товщиною гумусового шару 65-80 см. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрінім) – 3,8-4,2 %, валового азоту – 0,21-0,26 %, рухомого фосфору – 84-115 мг/кг і обмінного калію (за Чиріковим) – 81-120 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була нейтральною або слаболужною. Об'ємна маса шару ґрунту 0-30 см – 1,30-1,37 г/см<sup>3</sup>, загальна шпаруватість – 49-51 % [60].

Погодні умови в роки досліджень були неоднаковими. За ступенем зволоження були близькими до середніх багаторічних показників. Середньорічна кількість опадів була на рівні 496,5 мм. Середня температура повітря (березень – серпень) за роки досліджень була в межах 14-16 °С, що на 1,43 °С більше за середньобагаторічні показники. Найжаркішими місяцями виявилися липень, серпень (середньомісячні температури повітря липня за роки дослідження були в межах 21,8 °С, а серпня 21,6 °С [27].

Для цього регіону характерна континентальність з посушливо-суховійними явищами; в окремі дні швидкість вітру сягала 15 м/с, але пилових бурь не спостерігалось; нерівномірним розподілом опадів протягом року та значним коливанням їх кількості за роками й протягом вегетаційного періоду [27].

Отже, ґрунтові та кліматичні умови розташування дослідних земель були сприятливі для вирощування ячменю ярого, але вони значно впливають на ріст, розвиток та продуктивність ячменю ярого й потребують їх урахування при розробці технологій її вирощування.



## 2.2. Методика проведення дослідження

Польові дослідження розміщували в різних зернових сівозмінах з прийнятим для регіону чергуванням культур. Попередником ячменю ярого був соняшник, так як розміщувати ячмінь після інших попередників не дозволяли площі. Соняшник не є кращим попередником, але наше завдання оптимізувати процеси поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами ячменю ярого, шляхом внесення збалансованих норми добрив.

Технологічні прийоми, які не вивчалися в досліджах, були загальноприйнятими для регіону, зокрема обробіток ґрунту включав луцення стерні луцильником ЛДГ-15 на глибину 10-12 см після збирання попередника, оранку плугом ПН-4-35 на глибину 20-22 см,

Передпосівний обробіток ґрунту під ячмінь почали із ранньовесняного боронування ріллі важкими боронами, як тільки верхній шар ґрунту досяг фізичної стиглості. Через 3-4 дні, провели ще передпосівну культивуацію із боронуванням на глибину 6-8 см.

Основний обробіток ґрунту, що вивчався в досліджах під ячмінь ярий, восени проводили безполицевий (чизельний) – глибокорозпушувачем Catros 4000 на глибину 12-14 см, полицевим плугом ПЛН-5-35 на глибину 20-22 см, безполицевий (дисковий) – проводили дисковим агрегатом УДА-3.8.20 на глибину 10-12 см.

Весняну культивуацію проводили універсальним культиватором АК-8,5 на глибину 6-8 см, у всіх запропонованих варіантах дослідження.

Також весною було проведено передпосівну обробку насіння препаратом Венцедор (1 л на 100 кг), що є двокомпонентним контактним-системним фунгіцидом з рістрегулюючими властивостями.

Висів насіння проводився в кінці березня, широкозахватною сівалкою зерно-туковою СЗ-5,4. Норми висіву становили 4,3-4,6 млн, тобто 220-230 кг/га, оптимальна глибина загорання насіння – 4-5 см. Мінеральні добрива вносили одночасно з посівом.

Дослід закладений у триразовій повторності, загальна площа посівної ділянки 360 м<sup>2</sup>, облікової – 180 м<sup>2</sup>.

Основна характеристика сортів ячменю ярого, що використовувалися під час магістерського дослідження.

**Геліос.** (Оригіатор: Закрите акціонерне товариство «Селена». В Державному реєстрі сортів рослин України з 2006 року).

Кущ прямостоячий; висота рослин 70-80 см; лист неопушений, зелений; початок колосіння – ранній; колос – шестирядний, 8-10 см, неламкий; зерно велике, видовжено-овальної форми, жовте; маса 1000 насінин становить 47,8-49,9 г.

Призначений для інтенсивних технологій вирощування. Рекомендований для вирощування в зоні Степу, Лісостепу та Полісся. Сорт інтенсивного типу, середньостиглий – 90-93 дня. Напрям використання – зерновий. Середній урожай 50,8-55,1 ц/га, потенційна врожайність сорту – 89 ц/га.

Сорт характеризується високою посухостійкістю, стійкістю до вилягання, до осипання, груповою стійкістю до летючої та кам'яної сажкам, карликової іржі, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу; чуйністю на внесення добрив (внесення Аміачної селітри 180-200 кг/га збільшує врожайність на 10-15 ц/га). Норма висіву приблизно 4-4,5 млн/га.

**Вакула.** (Оригіатор: Селекційно-генетичний інститут, Національний центр насіннезнавства та сортовивчення УААН. В Державному реєстрі сортів рослин України з 2006 року).

Кущ прямостоячий, листки не опушені, проміжні, зелені. Колос шестирядний, середньої довжини (7-9 см), середньої щільності (на 4 см колосового стрижня 10-11 члеників), неламкий. Остюки довгі 14-18 см, злегка розлогі, тонкі, еластичні. Висота рослин 65-75 см. Зернівка видовжено-овальна, розмір 13-14 мм. Маса 1000 насінин – 44 г.

Середньостиглий, дозріває за 80 днів. Високий врожай завжди гарантований, якщо з весни склалися умови для нормального розвитку вузлової кореневої системи і в ґрунті є достатньо поживних речовин. Сорт придатний для

вирощування в умовах посухи і підвищеної кислотності ґрунтів. Сорт має групову стійкість до сажкових хвороб, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу.

На державних сортодослідних станціях отримали середній врожай – 48,4 ц/га, що на 8,8 % більше стандартів. Потенційна можливість сорту – 105 ц/га.

**Адапт.** (Оригіатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення УААН. В Державному реєстрі сортів рослин України з 1998 року).

Кущ прямостоячий. Лист неопушений, проміжний, зелений. Висота рослин 70-100 см. Колос дворядний, середньої довжини (8-10 см), середньої щільності (10-11 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, солом'яно-жовтий, звужується до вершини. Ості довгі, гладкі, солом'яно-жовті. Квіткова луска слабозморшкувата. Зерно велике, світло-жовте, подовжено-овальної форми.

Стійкість до посухи: 8-9 балів; до полягання: 7-8 балів; до окремих видів шкідників, хвороб (борошниста роса злаків – 4-5 балів, гельмінтоспоріоз сітчастий ячменю – 6-7 балів, сажка тверда ячменю – 6-8 балів. Урожайність складає 70-75 ц/га.

Сорт скоростиглий, цінний. Призначений для умов сильної посухи.

**Сталкер.** (Оригіатор: Селекційно-генетичний інститут, Національний центр насіннізнавства та сортовивчення НААН України. В Державному реєстрі сортів рослин України з 1997 року).

Кущ напіврозлогий. Лист без опушення, вузький, темно-зелений. Висота рослин – 75-100 см. Зерно крупне (маса 1000 зерен 50-55 г). Добра озерненість (16-26 зерен в колосі). Колос дворядний, середньої довжини, не ламкий, солом'яно-жовтий. Остюки довгі, зазубрені, паралельні, тонкі, еластичні, солом'яно-жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска слабо зморшкувата. Перехід квіткової луски в остюк поступовий. Основна щетинка зерна довговолосяна. Скоростиглий – 74-81 день.

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

несприятливих умов вирощування. Врожайність у виробничих умовах – 55-70 ц/га.

Висока посухостійкість (9 балів) обумовлена генетично контрольованим показником СОД-s2 посухо-, соле- і кислотостійкості, що дає перевагу над іншими сортами в умовах екстремальної посухи [38,43,45,59].

Догляд за посівами на дослідних ділянках включав наступне:

- засіяні площі були закотковані кільчасто-шпоровими котками, що зменшило висихання ґрунту на глибині загортання насіння, що прискорило його проростання, появи повних і дружніх сходів;

- за 3-5 днів до сівби насіння знезаразили препаратом Венцедор (1 л на 100 кг);

- в період активної вегетації від таких хвороб, як борошниста роса, гельмінтоспоріозні плямистості (смугаста, темно-бура, сітчаста), застосовано наступні фунгіциди: Альто Супер (0,5 л/га);

- для знищення бур'янів в посівах ярого ячменю в фазу куцнення застосували такий гербіцид як Агрітокс 50 % (1,0-1,5 л/га);

- з метою обмеження розвитку шкідників п'явиці, попелиці, трипсів, клопа шкідливої черепашки та інших за умов помірно теплої погоди внесли препарат перетроїдної групи: Фастак (0,15 л/га).

Ячмінь збирали у фазі повної стиглості зерна прямим комбайнуванням. Починали роботу, коли вологість зерна досягла 12 %. В роботі використовували сучасний потужніший комбайн New Holland – СХ 6.90, який завдяки своїй ефективності і високій продуктивності, є еталоном якості, надійності, бережливого способу збирання врожаю без ушкодження зерна і соломи.

Вплив різних видів видів мінерального живлення на фотосинтетичну діяльність посів ячменю ярого вивчали в двохфакторних дослідях.

У двохфакторному польовому досліді визначали вплив різних видів мінерального живлення на фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого за схемою:

Фактор А – сорт ячменю ярого:

1. Геліос.
2. Вакула.
3. Адапт
4. Сталкер

Фактор В – фон удобрення:

1. Без добрив
2. Аміачна селітра  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  1:1 у нормі 200 кг/га
3. Діамоній фосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , N:P 18:46, у нормі 100 кг/га + аміачна селітра  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  1:1 у нормі 100 кг/га
4. ActiBION (N – 9,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 20,  $\text{K}_2\text{O}$  – 12,  $\text{SO}_3$  – 15, CaO – 16, Mg – 2, Mn – 0,01, B – 0,1, Fe – 0,5 у нормі 100 кг/га + аміачна селітра  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нормі 100 кг/га.

Для всебічної оцінки технологічних прийомів проводили фенологічні спостереження, біометричні обліки тощо.

Проводили визначення стадій онтогенезу. За початок кожної фенологічної фази приймали дату, якщо початок фази спостерігався в 10 % рослин, масове настання – у 75 % рослин. Висоту рослин, кущистість та інші біометричні показники визначали на 10 закріплених рослинах у двох несуміжних повторностях.

Проводили визначення лінійних параметрів (середнього лінійного відхилення): висота підземної та надземної частин рослини, діаметр стебла, кількість та довжина листків, довжина колоса, кількість зернин у колосі. Всі зазначені показники – середнє значення за роки дослідження 2020-2022 н.р..

Для визначення індивідуальної продуктивності рослин урахувували масу, довжину колоса, користуючись загальноприйнятими методиками.

Обліки, вимірювання, супутні спостереження проводили у відповідності до методик проведення польових досліджень, згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [61]. Отримані результати піддавались обробці.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1. Вплив різних видів мінерального живлення на зміну росту, розвитку рослини ячменю ярого**

Ріст і розвиток рослин культури відображують усю сукупність процесів взаємодії організму з факторами зовнішнього середовища, вони є основними процесами в рослинному організмі. При цьому, проходить засвоєння вуглецю за допомогою сонячної енергії, дихання, поглинання азоту й зольних елементів, засвоєння та випаровування води. Фенологічні фази – це явища росту й розвитку рослини та її окремих органів, які регулярно і закономірно повторюються [2,3].

Фенологічні спостереження за рослинами ячменю ярого допомагають визначити найсприятливіший час для проведення сезонних сільськогосподарських робіт, а також мають важливе значення при обранні сорту, строків сівби для окремого господарства і технологій вирощування. Фенологія також вивчає, які саме зміни відбуваються в розвитку рослин під впливом середовища та допомагає з'ясувати як і чому відбуваються розмноження тих чи інших шкідників і збудників хвороб [2; 3; 83].

Зміна кліматичних умов зони Степу України, часте розміщення ячменю ярого після попередника соняшника, посилення ерозійних процесів, зумовлюють необхідність удосконалення системи основного обробітку ґрунту під ячмінь ярий у напрямку її мінімізації з урахуванням технологій вирощування сільськогосподарських культур [1].

Для нормального розвитку рослин ячменю ярого, отримання високого рівня врожайності слід своєчасно забезпечувати рослину необхідними умовами [2,3].

До основних умов навколишнього середовища, що впливають на швидкість настання фенофаз відносять – інтенсивність освітленості, вологість ґрунту та повітря, оптимальну температуру. Але, найбільший вплив на тривалість стадій розвитку рослин ячменю ярого має мінеральне живлення [27].

Тому одним з сучасних методів регулювання тривалості стадій онтогенезу є оптимальне застосування різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ячменю ярого.

За одержаними результатами дослідів було визначено, що створений шляхом застосування добрив, фон мінерального живлення, значно впливав на ріст і розвиток рослин ярого ячменю, зокрема на фазі молочної стиглості.

Внесення добрив призвело до зміни лінійних параметрів зразків, що вивчалися, таких як висота надземної частини та довжина підземної частини.

Застосування добрив сприяло підвищенню висоти надземної частини рослин ячменю ярого, у сортів, що вивчаються, на 2-15 см на стадії молочної стиглості у порівнянні з контролем (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1**

**Довжина надземної частини рослин  
ячменю ярого, на стадії молочної стиглості, см**

<b>Варіанти дослідів</b>	<b>Геліос</b>	<b>Вакула</b>	<b>Адапт</b>	<b>Сталкер</b>
Без добрив (контроль)	62	60	60	71
Аміачна селітра	66	63	61	78
Діамофоска + аміачна селітра	74	71	70	82
ActiBION + аміачна селітра	78	74	72	86

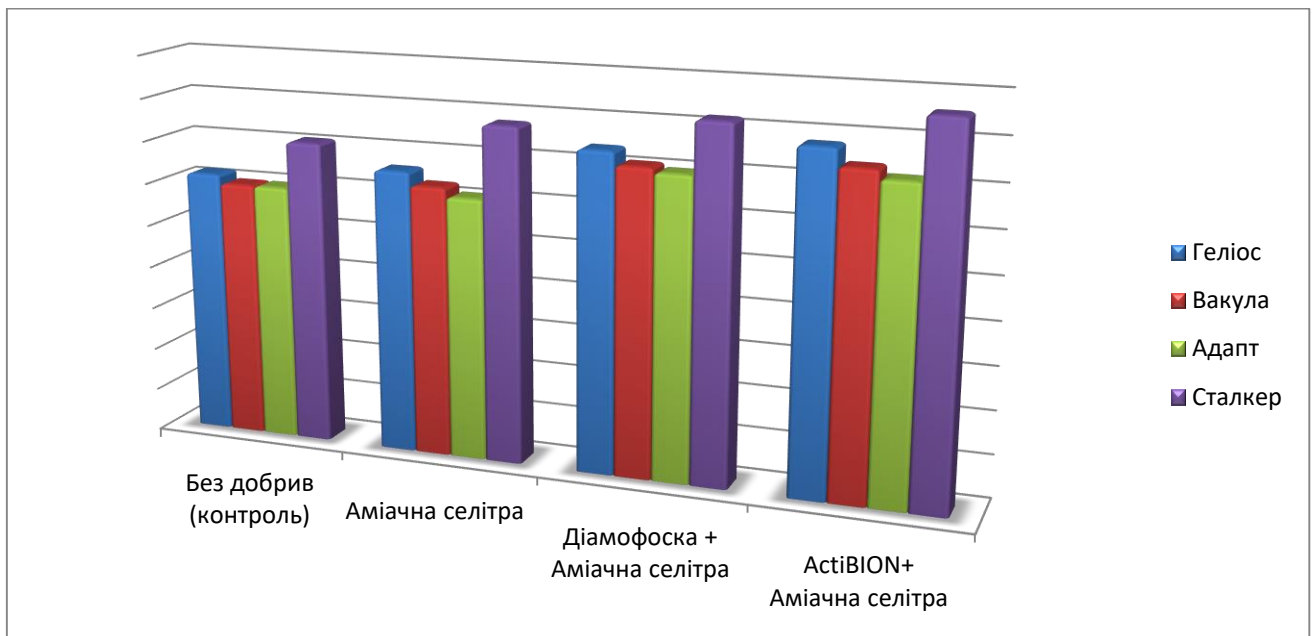
Так, при застосуванні, аміачної селітри, приріст надземної маси спостерігався у межах 4-7 см, порівняно з контролем. Найбільше значення, + 7 см, мали на варіанті з сортом «Сталкер».

Довжина надземної частини змінилася й при сумісному застосуванні діамафоски і аміачної селітри. Висота стебла у порівнянні з контролем змінилася в межах від 4-12 см.

Найбільше збільшення висоти стебла спостерігалось на варіанті із сумісним застосуванням ActiBION та аміачної селітри на всіх сортах, що вивчалися.

Таким чином, найбільше збільшення висоти стебла спостерігалось на варіанті із сумісним застосуванням мікродобрива ActiBION з аміачною селітрою. Дещо менші показники отримали при сумісному застосуванні аміачної селітри і діамафоски.

Динаміку приросту надземної частини рослин ячменю ярого, сортів «Геліос», «Вакула», «Адапт», «Сталкер» на стадії молочної стиглості, можна побачити на діаграмі (рис.3.1).



**Рис. 3.1 Динаміка приросту надземної частини рослин ячменю ярого, на стадії молочної стиглості, см**

Отже, для інтенсифікації надземної частини рослин ярого ячменю, у досліджуваних сортах, доцільно використовувати в сумісному застосуванні препарат ActiBION з аміачною селітрою.

Застосування досліджуваних препаратів призводило й до змін у прирості підземної частини рослин ячменю ярого.

Коренева система відіграє велику роль у житті рослин, о забезпечує поглинання води і розчинених мінеральних речовин, тобто є основою її нормальної життєдіяльності.



Використання різних видів мінерального живлення призводило до збільшення кореневої системи, а значить і до збільшення поглинаючої здатності рослин, що веде до підвищення імунітету кожного досліджуваного об'єкту.

Так, найбільша довжина кореневої системи спостерігалася на варіанті сумісного застосування ActiBION з аміачною селітрою й досягла збільшення на 3,1 см у порівнянні з контролем.

При внесенні аміачної селітри довжина підземної частини варіювалась від 0,1-2,2 см у порівнянні з контрольним варіантом (табл.3.2).

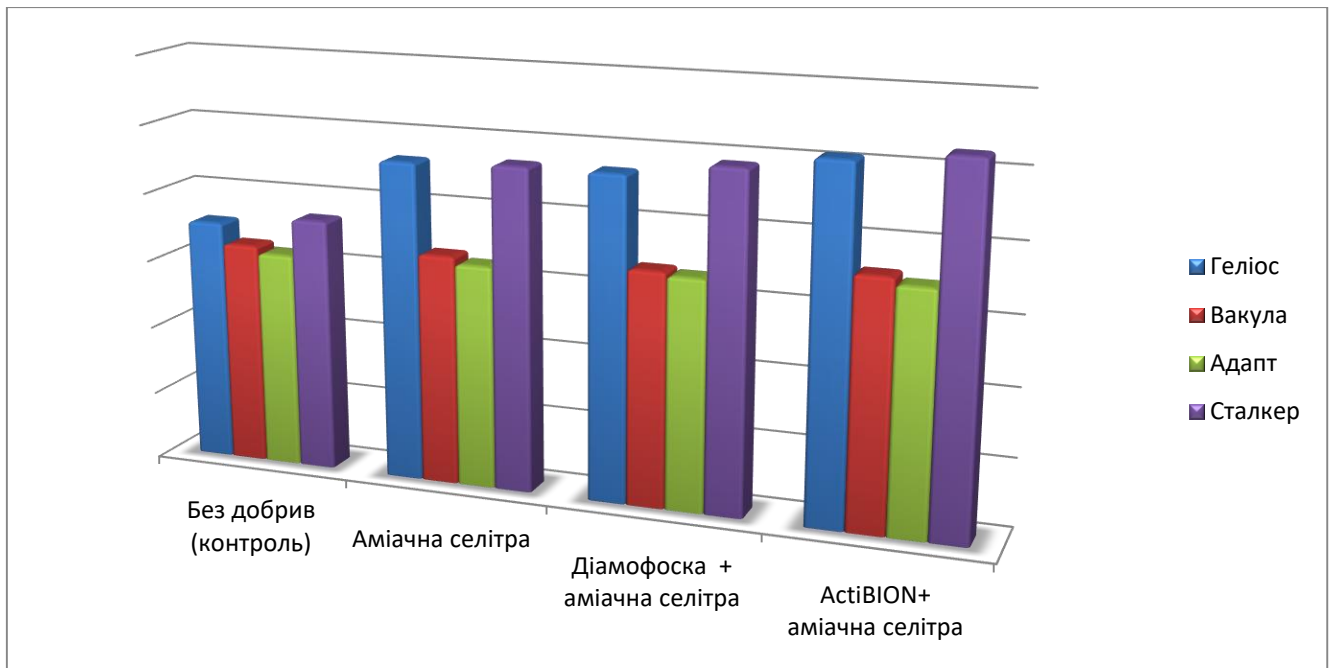
**Таблиця 3.2**

**Довжина підземної частини рослин  
ячменю ярого, на стадії молочної стиглості, см**

<b>Варіанти досліджу</b>	<b>Геліос</b>	<b>Вакула</b>	<b>Адапт</b>	<b>Сталкер</b>
Без добрив (контроль)	7,1	6,5	6,3	7,4
Аміачна селітра	9,3	6,7	6,5	9,4
Діамофоска + аміачна селітра	9,4	6,8	6,7	9,8
ActiBION + аміачна селітра	10,2	7,2	7,0	10,5

Сумісне застосування діамофосу та аміачної селітри зазнало суттєвих змін, показники коливались, у порівнянні з контролем, в межах від 1,4-2,4 см.

Найбільша довжина кореневої системи спостерігалася на варіанті з сумісним використанням ActiBION з аміачною селітрою й досягла збільшення на стадії молочної стиглості від 0,7 до 3,1 см у порівнянні з контролем (рис. 3.2) на всіх досліджуваних сортах ячменю ярого.



**Рис. 3.2** Динаміка приросту підземної частини рослин ячменю ярого на стадії молочної стиглості, см

Таким чином, дослідження свідчать, що комплексне застосування ActiBION з аміачною селітрою у порівнянні з контролем, мало найбільший вплив на інтенсивність росту кореневої системи.

У ході дослідження було проаналізовано діаметр стебла на 3-му міжвузлі.

При внесенні аміачної селітри, діаметр стебла у порівнянні з контролем, суттєвих змін не зазнав, показники коливалися у межах 0,3-0,5 мм у всіх досліджуваних сортів ячменю ярого.

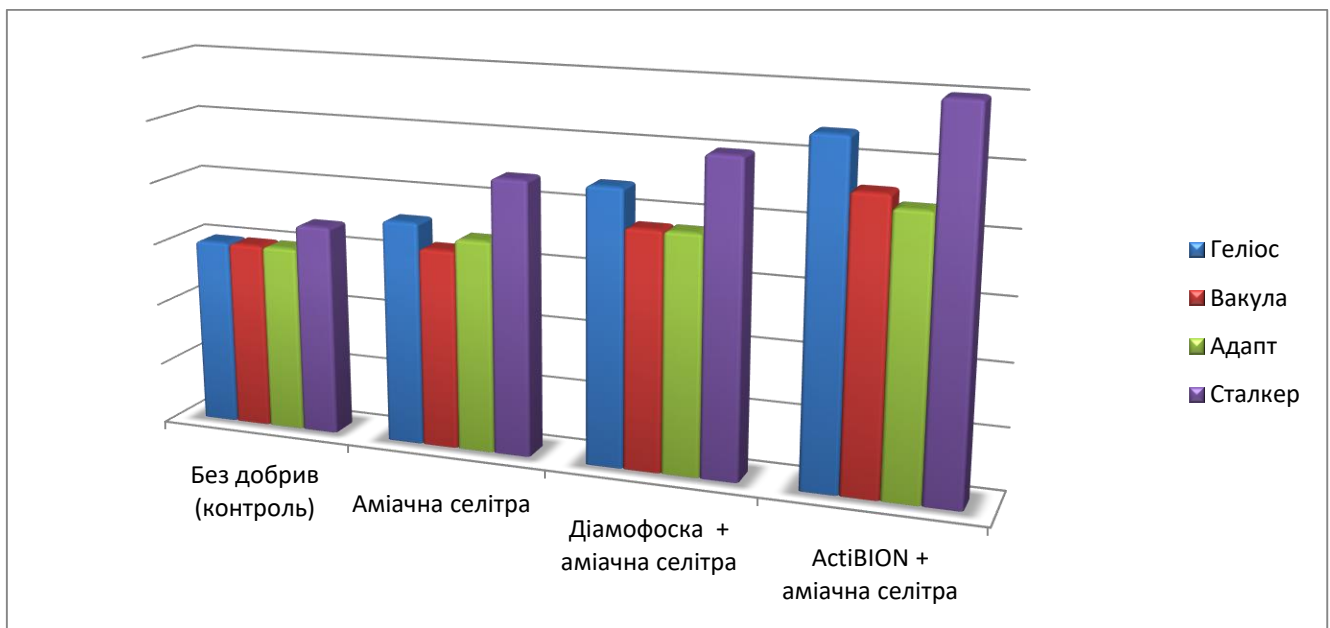
Сумісне внесення діамафоски та аміачної селітри, забезпечило такі результати у порівнянні з контролем: діаметр сорту «Геліос» збільшився на 0,7 мм, сорту «Вакула» – на 0,3 мм, сорту «Адапт» – на 0,4 мм і сорту «Сталкер» на 0,8 мм (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Діаметр стебла рослин  
ячменю ярого, на стадії молочної стиглості, мм**

Варіанти дослідів	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Без добрив (контроль)	1,5	1,5	1,5	1,7
Аміачна селітра	1,8	1,6	1,7	2,2
Діамофоска + аміачна селітра	2,2	1,9	1,9	2,5
ActiBION + аміачна селітра	2,7	2,3	2,2	3,0

На діаграмі (рис.3.3.) добре видно залежність параметрів діаметру стебла рослин ячменю ярого від різних видів мінерального живлення.



**Рис. 3.3 Діаметр стебла рослин ячменю ярого на стадії  
молочної стиглості, мм**

Таким чином, найбільший вплив на інтенсивність росту діаметру мало комплексне застосування препаратів ActiBION з аміачною селітрою.

Крім того, було досліджено вплив мінеральних речовин на лінійні параметри листової пластинки рослин ярого ячменю, яка є визначальною при характеристиці площі листової поверхні (табл.3.4).

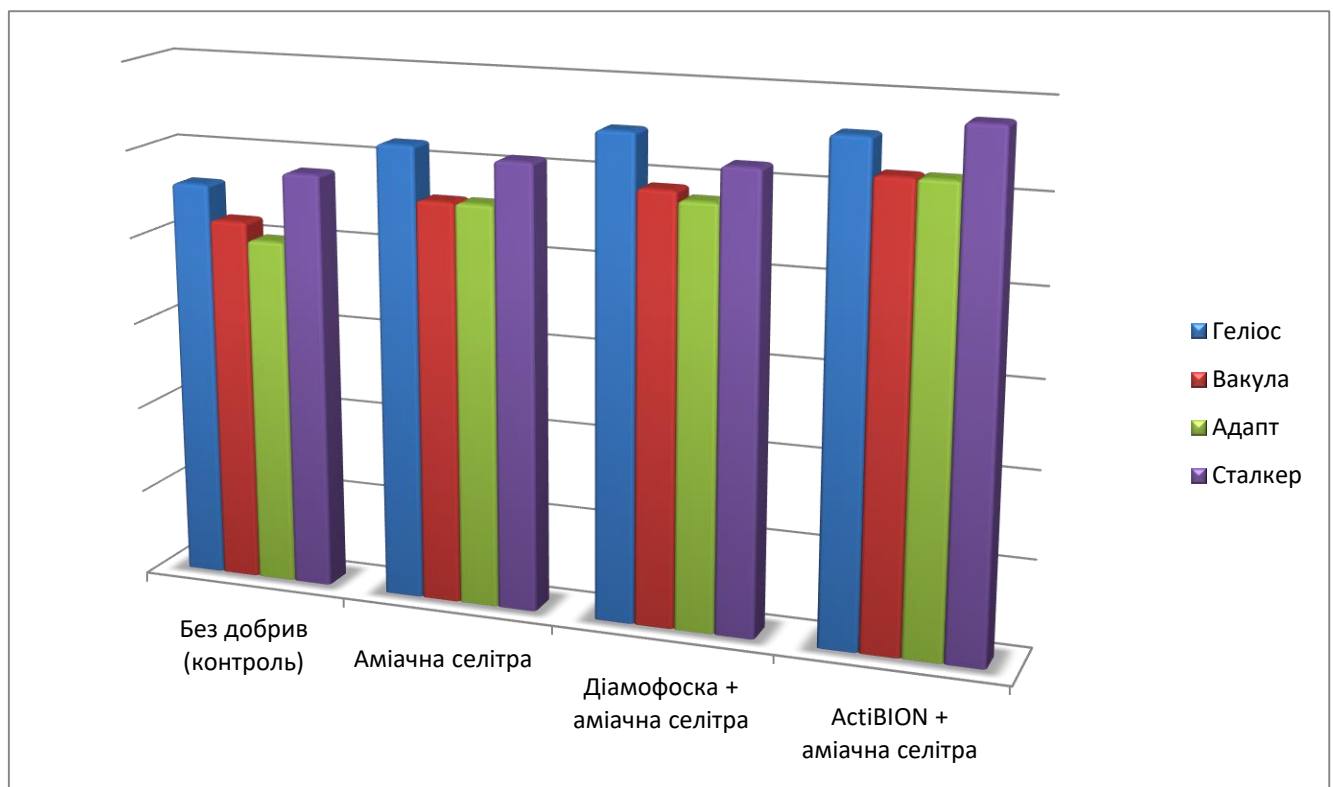
Таблиця 3.4

**Довжина листової пластинки рослин ячменю ярого  
на стадії молочної стиглості, см**

Варіанти дослідів	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Без добрив (контроль)	23	21	20	24
Аміачна селітра	26	23	23	25,5
Діамофоска + аміачна селітра	27,5	24,5	24	26
ActiBION + аміачна селітра	28	26	26	29

Так, на стадії молочної стиглості довжина листової пластини у порівнянні з контролем, змінилася у всіх зразках в межах від 2-6 см.

Динаміку зміни параметрів листової пластини, відображено на діаграмі (рис. 3.4). Максимальне збільшення спостерігалось при сумісному застосуванні препаратів ActiBION з аміачною селітрою у порівнянні з контролем.



**Рис. 3.4. Зміни параметрів довжини листової пластинки рослин ячменю ярого на стадії молочної стиглості, см**

Отже, застосування препаратів сприяло збільшенню листової пластинки рослин ячменю ярого.

Застосування досліджуваних препаратів призводило й до змін ширини листової пластини у всіх досліджуваних варіантах у порівнянні з контролем на 0,3-0,4 (табл. 3.5).

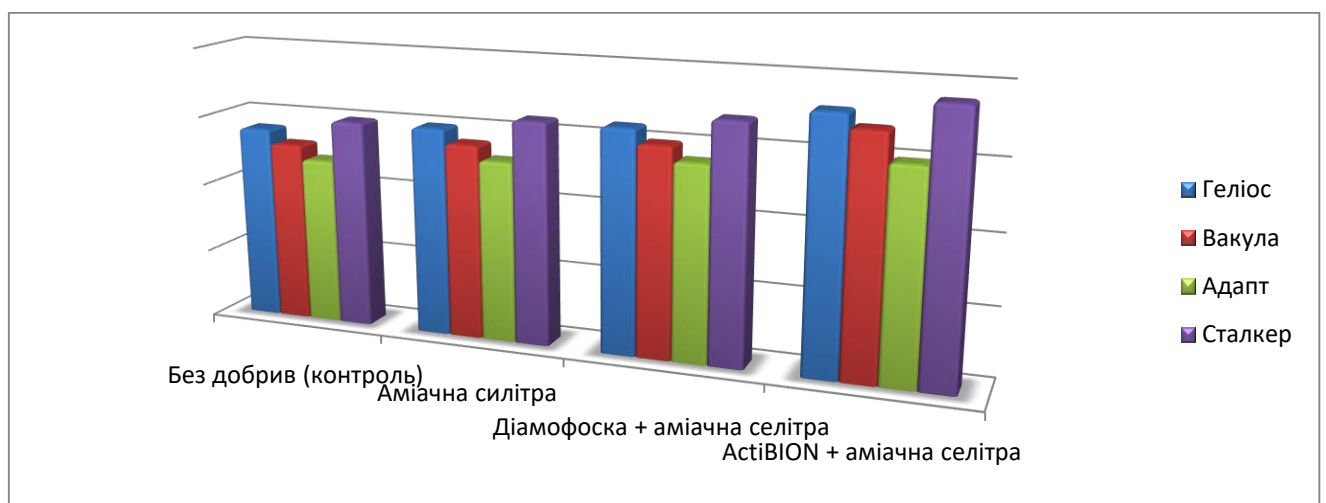
**Таблиця 3.5**

**Ширина листової пластини рослини ячменю ярого  
на стадії молочної стиглості, см**

Варіанти досліджу	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Без добрив (контроль)	1,4	1,3	1,2	1,5
Аміачна селітра	1,5	1,4	1,3	1,6
Діамофоска + аміачна селітра	1,6	1,5	1,4	1,7
ActiBION + аміачна селітра	1,8	1,7	1,5	1,9

Так, застосування аміачної селітри забезпечило незначні зміни ширини листової пластини у межах 0,1 см, а діамафоски з аміачною селітрою – 0,2 см у порівнянні з контролем.

Сумісне застосування препаратів ActiBION та аміачної селітри забезпечило найвищі результати (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Зміни параметрів ширини листової пластини  
рослини ячменю ярого на стадії молочної стиглості, см**

В цілому внесення препаратів по впливало на зміну площі листової пластини як на фотосинтезуючу поверхню рослини.

Використання аміачної селітри у нормі 200 кг/га забезпечило підвищення показників в межах від 5 до 7 см<sup>2</sup> у зразках, що вивчалися.

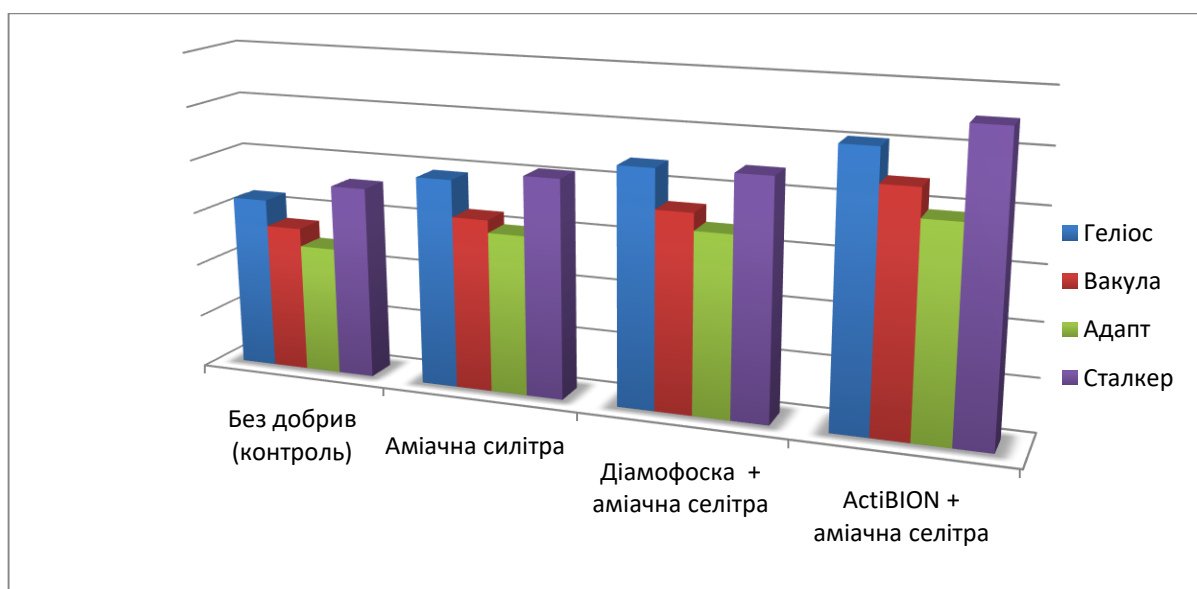
Площа листової пластинки також зазнала змін при сумісному використанні аміачної селітри і діамофоски. Так площа листової пластинки сорту «Геліос» підвищилася на 12,2 см<sup>2</sup>, сорту «Вакула» – на 9,45 см<sup>2</sup>, сорту «Адапт» – на 9,6 см<sup>2</sup>, сорту «Сталкер» – на 8,2 см<sup>2</sup>. (табл. 3.6).

**Таблиця 3.6**

**Площа листової пластини рослини ячменю ярого на стадії молочної стиглості, см<sup>2</sup>**

Варіанти досліду	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Без добрив (контроль)	32,2	27,3	24	36
Аміачна селітра	39	32,2	29,9	40,8
Діамофоска + аміачна селітра	44	36,75	33,6	44,2
ActiBION + аміачна селітра	50,4	44,2	39	55,1

Найбільшу площу листової пластини забезпечило сумісне застосування препаратів ActiBION з аміачною селітрою (рис. 3.6).



**Рис. 3.6. Зміни параметрів площі листової пластини рослини ячменю ярого на стадії молочної стиглості, см<sup>2</sup>**

Площа листової пластини збільшувалася у порівнянні з контролем на 18,2 см<sup>2</sup> – для сорту «Геліос», на 16,9 см<sup>2</sup> – для сорту «Вакула», на 15 см<sup>2</sup> – для сорту «Адапт» та на 19,1 см<sup>2</sup> – для сорту «Сталкер», що показав найвищі результати.

Отже, можна впевнено стверджувати, що застосування різних видів мінерального живлення мало значний вплив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого на фазі молочної стиглості. Гарними показниками виступив сорт «Сталкер» з сумісним застосуванням ActiBION та аміачною селітрою, тому є підстави вважати за доцільне вирощувати його в умовах Луганської області.

### **3.2. Вплив досліджуваних факторів на фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого**

Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого є результатом процесів, у результаті яких утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки з простих речовин і залежить від уражень хворобами, внаслідок чого буде недобір врожаю [9; 11; 12].

Ефективна система удобрення сприяє нормальному протіканню фізіологічного стану рослини, засвоєнню нею елементів живлення, вологи та перетворення їх у процесі фотосинтезу в запасні речовини зернівки. Безпосередньо, одним із показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листової поверхні. Тому інтенсивність даного процесу та тривалість його роботи є вирішальними факторами продуктивності фотосинтезу, що визначають розміри та якість врожаю [10; 11].

Отже, для рослин ячменю ярого, враховуючи їх анатомо-морфологічну будову в період вегетації, потрібно створювати такі умови, що оптимально сприятимуть формуванню листового апарату, а значить і ефективної фотосинтетичної діяльності в цілому.

Під час дослідженнями встановлено, що застосування запропонованих варіантів фонового живлення ячменю ярого впливало на загальну площу листової поверхні рослин. Активне наростання вегетативної маси спостерігалось до і під час фази колосіння, після проходження даного етапу онтогенезу мали деякі тенденції до зниження.

Саме в цей час відбувалося формування необхідної площі листя, як основного фотосинтезуючого органу рослин, що акумулює достатню кількість вуглеводів, накопичує суху вегетативну масу і відповідно чисту продуктивність фотосинтезу.

Так, у дворядного сорту Сталкер на контролі площа листової поверхні була 47,8 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 1,0 тис. м<sup>2</sup>/га більше, ніж у сорту Адапт. Внесення аміачної селітри призвело до збільшення площі у обох сортів від 0,8 до 1,0 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно, сумісне внесення діамонію фосфату й аміачної селітри



збільшило листову поверхню від 1,6-2,0 тис. м<sup>2</sup>/га. Комплексне застосування препарату АстіВІОН у нормі 100 кг/га та аміачної селітри 100 кг/га посприяло збільшенню площі листків від 2,2 до 2,8 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно у порівнянні з контролем.

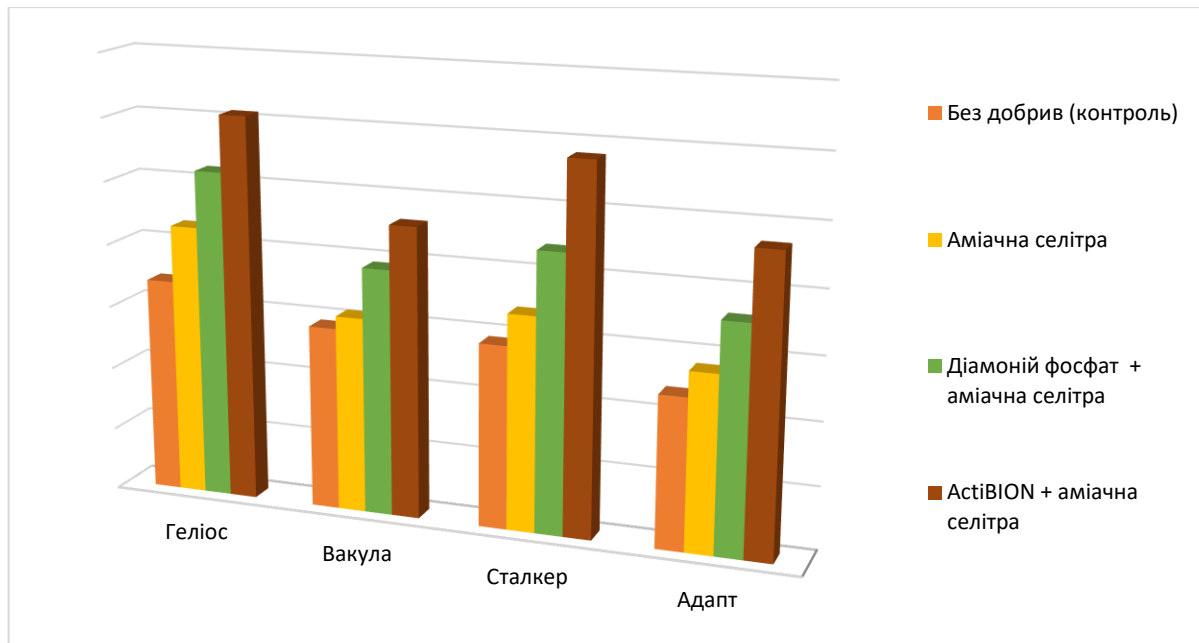
Дослідженнями встановлено, що шестирядні сорти порівняно з дворядними мали тенденції, щодо збільшення площі листової поверхні. Серед них на контролі, сорт Геліос показав 48,8 тис. м<sup>2</sup>/га, а сорт Вакула – 47,8 тис. м<sup>2</sup>/га. При удобренні лише аміачною селітрою, площа збільшилася від 0,4 у сорті Вакула до 1,8 тис. м<sup>2</sup>/га у сорті Геліос.

Комплексне застосування діамонію фосфату та аміачної селітри позитивно змінило площу від 1,6 тис. м<sup>2</sup>/га (сорт Вакула) до 1,8 тис. м<sup>2</sup>/га (сорт Геліос). Максимальне збільшення площі листа мали на сорті Геліос при застосуванні АстіВІОН та аміачної селітри, що на 0,4 м<sup>2</sup>/га більше, ніж на сорті Вакула у порівнянні з контролем (табл. 1, рис. 1).

**Таблиця 3.7**

**Площа листової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та мінерального живлення у фазі колосіння, тис. м<sup>2</sup>/га**

Сорти	Фон мінерального живлення	Фаза онтогенезу (колосіння)
Геліос	Без добрив (контроль)	48,8
	Аміачна селітра	50,6
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	52,4
	АстіВІОН + аміачна селітра	54,2
Вакула	Без добрив (контроль)	47,8
	Аміачна селітра	48,2
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	49,8
	АстіВІОН + аміачна селітра	51,2
Сталкер	Без добрив (контроль)	47,8
	Аміачна селітра	48,8
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	50,8
	АстіВІОН + аміачна селітра	53,6
Адапт	Без добрив (контроль)	46,8
	Аміачна селітра	47,6
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	49,2
	АстіВІОН + аміачна селітра	51,4



**Рис. 3.7. Динаміка зміни площі листкової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та мінерального живлення у фазі колосіння, тис. м<sup>2</sup>/га**

Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати, що на формування листкової поверхні рослин ячменю ярого позитивно вплинули як сортові особливості культур, так і внесення мінеральних добрив. Найкращі показники отримали при комплексному застосуванні ActiBION у нормі 100 кг/га та аміачної селітри у нормі 100 кг/га на сортах Геліос і Сталкер.

Необхідно також зазначити, що до настання фази колосіння, нижні листки рослин ячменю ярого, у всіх запропонованих варіантах дослідів – висихали, і основну роль у процесі фотосинтезу, а значить і фотосинтетичній діяльності загалом, взяли на себе верхні листки (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Рослини ячменю ярого сорту Геліос у фазі колосіння (2021 р.)**

**Джерело: авторське дослідження.**

Тому можна стверджувати, що внесення мінеральних добрив стало необхідним фактором у повноцінному забезпеченні рослиною необхідними елементами, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах у рослині.

Виходячи з отриманих досліджень і враховуючи сортові особливості рослин ячменю ярого, авторами було досліджено фотосинтетичний потенціал посівів культури за методикою А.А. Ничипоровича [10; 11]. Враховуючи, що період вегетації сортів, що вивчалися, залежав більше від їх сортових особливостей і гідротермічних умов у роки проведення досліджень, аніж від факторів, що вивчалися, дані про вегетаційний період бралися середні за роки дослідження (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

**Фотосинтетичний потенціал посівів  
рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та  
мінерального живлення у фазі колосіння, млн м<sup>2</sup>/га×діб**

Сорти	Фон мінерального живлення	Фаза онтогенезу (колосіння)
Геліос	Без добрив (контроль)	2,93
	Аміачна селітра	3,04
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	3,15
	ActiBION + аміачна селітра	3,25
Вакула	Без добрив (контроль)	2,87
	Аміачна селітра	2,90
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	2,99
	ActiBION + аміачна селітра	3,07
Сталкер	Без добрив (контроль)	2,39
	Аміачна селітра	2,44
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	2,54
	ActiBION + аміачна селітра	2,68
Адапт	Без добрив (контроль)	2,34
	Аміачна селітра	2,38
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	2,46
	ActiBION + аміачна селітра	2,57

Так, у середньому за роки дослідження, на фоні без удобрення у всіх сортах, що вивчалися, показник коливався в межах 2,34-2,93 млн м<sup>2</sup>/га×діб. Внесення аміачної селітри забезпечило зростання цього показника на всіх сортах з 2,38-3,04 млн м<sup>2</sup>/га×діб. Діамоній фосфат і аміачна селітра забезпечили тенденцію зростання фотосинтетичного потенціалу від 2,46 до 3,15 млн м<sup>2</sup>/га×діб залежно від сорту.

Найбільший фотосинтетичний потенціал посівів спостерігався за комплексного внесення ActiBION у нормі 100 кг/га та аміачної селітри у нормі 100 кг/га. Так у середньому для сорту Адапт він становив 2,57 млн м<sup>2</sup>/га×діб, для сорту Сталкер – 2,68 млн м<sup>2</sup>/га×діб, для сорту Вакула – 3,07 млн м<sup>2</sup>/га×діб, для сорту Геліос – 3,25 млн м<sup>2</sup>/га×діб у порівнянні з контролем.

Таким чином, внесення мінеральних добрив у всіх зразках, що вивчалися, покращили умови живлення ячменю ярого, а відповідно збільшили листову поверхню. Дослідженнями встановлено, що комплексне внесення препарату

АctiBION і аміачної селітри максимально забезпечили фотосинтетичний потенціал рослин ячменю ярого. Найкращі показники спостерігали на шестирядному сорті Геліос і дворядному сорті Сталкер.

### **3.3. Особливості залежності врожайності від фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого**

Інтегрованим показником господарської діяльності є врожайність вирощених сільськогосподарських культур. У наших дослідженнях врожайність зерна ячменю ярого залежала від факторів досліду та генетичних особливостей сорту [71].

Фотосинтез – основний та важливий процес життєдіяльності рослин. Формування високого врожаю зерна є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. На думку вчених, потужність асиміляційного апарату і тривалість його роботи є вирішальними факторами продуктивності фотосинтезу, які визначають розміри врожаю та якість зернової продукції [73; 74].

Тому, врожайність ячменю ярого, залежить від ряду факторів – біологічних особливостей сорту, строків сівби, використання мікродобрив та інших елементів технології вирощування.

Нашими дослідженнями розглянуто основні елементи врожайності, а саме: довжину колоса, кількість зерен у колосі, масу 1000 зерен та врожайність в цілому в виробничих умовах.

Так, довжина колоса у сортів, що вивчалася позитивно змінювалася при використанні різноманітних видів мінерального живлення у порівнянні з контролем.

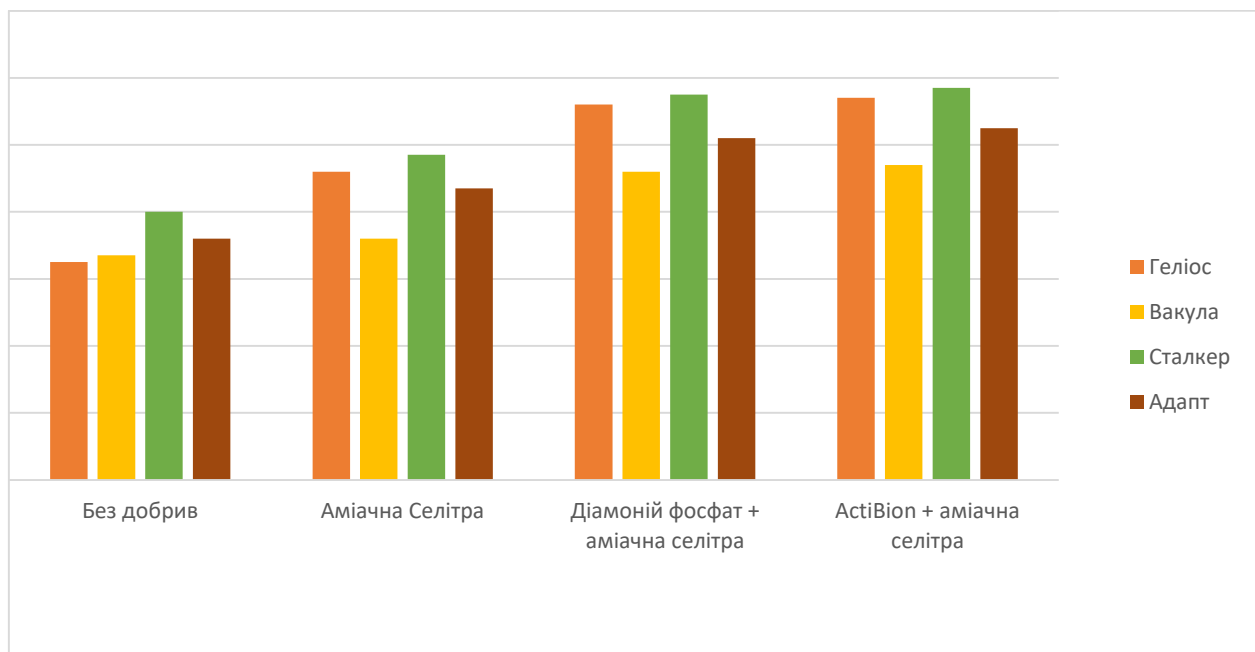
Максимальний приріст колоса спостерігали на сорті Сталкер та сорті Геліос при сумісному використанні препарату ActiBION та аміачної селітри на позиції 11,7 та 11,4 відповідно. Використання діамонію фосфату та аміачної селітри також позитивно вплинули на довжину колоса, але на декілька позицій менше (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Довжина колоса рослин ячменю ярого на стадії  
молочної стиглості, см**

Сорти	Фон мінерального живлення	Фаза онтогенезу (колосіння)
Геліос	Без добрив (контроль)	6,5
	Аміачна селітра	9,2
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	11,2
	АстіВІОН+ аміачна селітра	11,4
Вакула	Без добрив (контроль)	6,7
	Аміачна селітра	7,2
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	9,2
	АстіВІОН + аміачна селітра	9,4
Сталкер	Без добрив (контроль)	8,0
	Аміачна селітра	9,7
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	11,5
	АстіВІОН + аміачна селітра	11,7
Адапт	Без добрив (контроль)	7,2
	Аміачна селітра	8,7
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	10,2
	АстіВІОН + аміачна селітра	10,5

Сорти Вакула і Адапт, мали дещо меншу довжину листової пластини, в середньому на 1-2 см, що в подальшому вплинуло на загальну фотосинтетичну площу рослин, яка є визначальною при врожайності культури (рис. 3.9).



**Рис. 3.9. Довжина колоса рослини ячменю ярого на стадії  
молочної стиглості, см**

З огляду на поставлені задачі нами було досліджено кількість зерен у колосі ячменю ярого, користуючись загальноприйнятими методиками, за використання різних видів мінеральних добрив. Так застосування Аміачної селітри посприяло збільшенню озерненості колоса від 2-4 зерен і всіх зразках сортів ячменю ярого у порівнянні з контролем (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

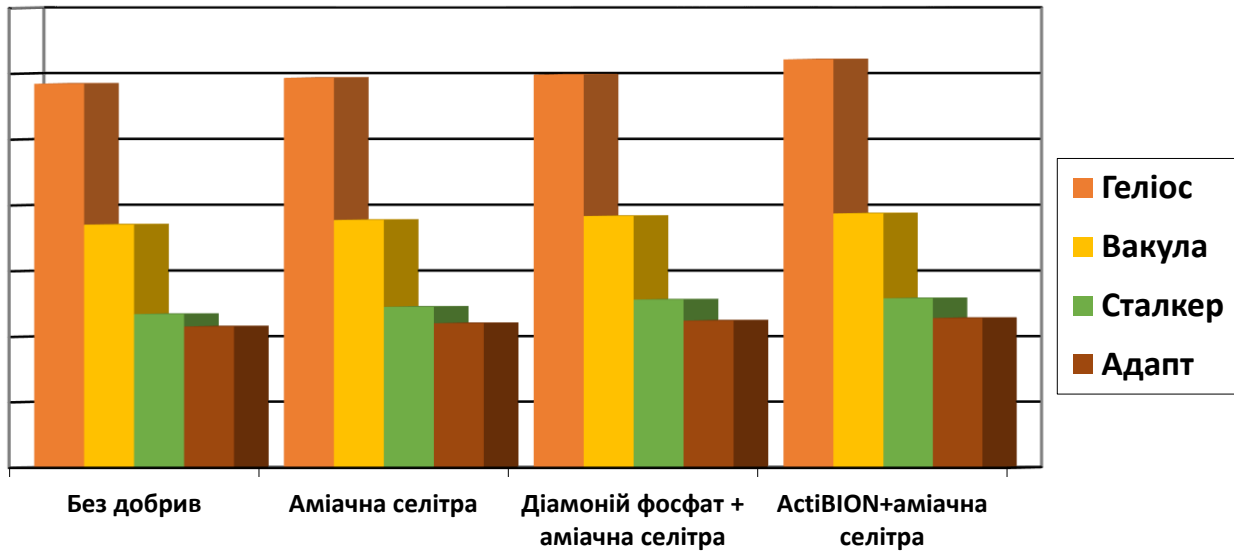
**Кількість зернин у колосі рослин ячменю ярого  
на стадії молочної стиглості, шт**

Сорти	Фон мінерального живлення	Фаза онтогенезу (колосіння)
Геліос	Без добрив (контроль)	58,5
	Аміачна селітра	59,4
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	59,9
	ActiBION+ аміачна селітра	62,2
Вакула	Без добрив (контроль)	37,1
	Аміачна селітра	37,8
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	38,4
	ActiBION + аміачна селітра	38,8
Сталкер	Без добрив (контроль)	23,5
	Аміачна селітра	24,6
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	25,7
	ActiBION + аміачна селітра	25,9
Адапт	Без добрив (контроль)	21,6
	Аміачна селітра	22,1
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	22,5
	ActiBION + аміачна селітра	22,9

Встановлено, що найбільшу кількість зерен у колосі серед шестирядних сортів мав сорт Геліос – 62,2 шт та сорт Сталкер – 25,9 шт серед дворядних сортів. Збільшенню кількості зерен в колосі сортів Вакула та Адапт сприяло проведення комплексного підживлення на рівні 38,8 та 22,9 шт відповідно.

Так, за сумісного використання препарату ActiBION та аміачної селітри кількість зернин збільшилося від 3-4 зерен у всіх зразках, що вивчалися (рис. 3.10).





**Рис.3.10. Кількість зернин у колосі рослин ячменю ярого на стадії молочної стиглості, шт**

Маса 1000 зерен зростала по всіх варіантах дослідів. Найбільш вираженою була реакція ячменю на сумісне використання препарату ActiBION та аміачної селітри. У варіанті з застосуванням діамонію фосфату та аміачної селітри мало місце зниження врожайності культури порівняно з іншими варіантами дослідів.

Так, при , сорт Геліос у порівнянні з контролем збільшив масу на 5,5 г, сорт Вакула – на 5,1 г, сорт Адапт – на 4,1 г, сорт Сталкер – на 5,1 г.

У всіх варіантах дослідів маса 1000 зернин зростала також під впливом мінерального добрива порівняно з контролем. Використання аміачної селітри, дало змогу збільшити масу 1000 зерен на 1,6-3,4 г.

При сумісному застосуванні аміачної селітри і діамонію фосфату хороші результати показали всі сорти, збільшивши масу приблизно на 5-8 грамів. Але, найкращі показники 1000 зернин – мав сорт Геліос з позначкою 65,6 г (табл.3.9).

Таблиця 3.11

**Маса 1000 зерен рослини ячменю ярого на стадії молочної стиглості, г**

Сорти	Фон мінерального живлення	Фаза онтогенезу (колосіння)
Геліос	Без добрив (контроль)	64,4
	Аміачна селітра	65,1
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	65,6
	АстіВІОН+ аміачна селітра	66,7
Вакула	Без добрив (контроль)	61,9
	Аміачна селітра	62,6
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	63,2
	АстіВІОН + аміачна селітра	63,9
Сталкер	Без добрив (контроль)	60,2
	Аміачна селітра	61,3
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	62,4
	АстіВІОН + аміачна селітра	63,4
Адапт	Без добрив (контроль)	58,2
	Аміачна селітра	58,4
	Діамоній фосфат + аміачна селітра	60,2
	АстіВІОН + аміачна селітра	60,9

Беручи до уваги всі дані, у ході дослідження було проаналізовано наскільки центнерів зростає врожайність рослин ячменю ярого у порівнянні з контролем (таб.3.12), так як вона є інтегральним показником і в значній мірі визначається генотипом сорту і умовами вирощування, а також дає можливість оцінити ефективність елементів технології вирощування в цілому.

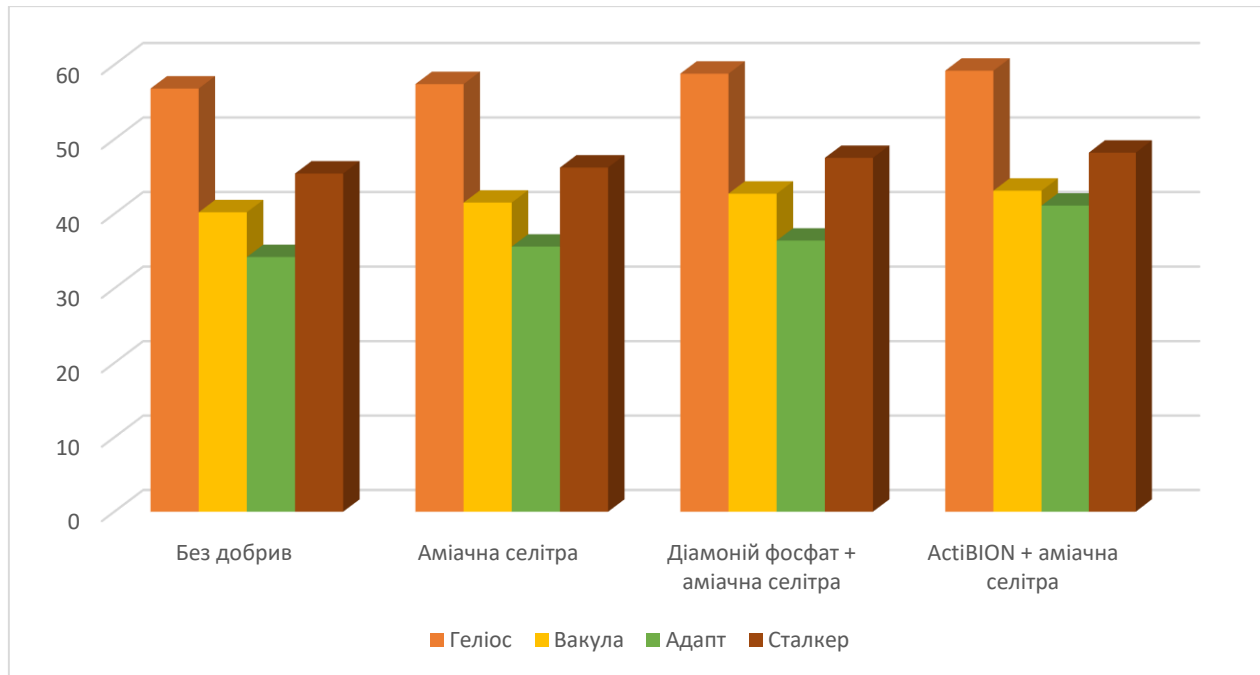
Таблиця 3.12

**Врожайність рослини ячменю ярого, ц/га**

Показники/сорти	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Без добрив (контроль)	56,8	40,2	34,2	45,4
Аміачна селітра	57,4	41,5	35,6	46,2
Діамоній фосфат + аміачна селітра	58,8	42,7	36,4	47,5
АстіВІОН + аміачна селітра	59,2	43,1	41,1	48,2

Найвищу врожайність ячменю ярого у середньому за роки досліджень мали при комплексному застосуванні нового препарату АстіВІОН у кількості

100 кг/га і аміачної селітри 100 кг/га на сорті Геліос, серед шестирядних сортів та сорті Сталкер, як дворядного сорту. Меншу врожайність на позиції 43,1 ц/га мали на сорті Вакула та 41,1 ц/га на сорті Адапт.



**Рис.3.11. Врожайність рослини ячменю ярого, ц/га**

Підбиваючи підсумки зазначимо, що врожайність рослин ячменю ярого у порівнянні з контролем зростає до 2-х, 3-х ц/га по всіх зразках, що вивчалися. Найбільший приріст серед шестирядних сортів показав сорт Геліос на рівні 59,2 ц/га, а серед дворядних сортів Сталкер – 48,2 ц/га при сумісному використанні різних видів мінерального живлення.

Таким чином, сприятливі умови для росту і розвитку рослин, формування врожайності зерна ячменю ярого склалися на фоні сумісного використання нового мінерального добрива ActiBION та аміачної селітри. Рівень врожайності зерна на цьому варіанті становив відповідно у сорту Геліос 59,2 ц/га, у сорту Вакула 43,1 ц/га, сорту Адапт 41,1 ц/га, сорту Сталкер 48,2 ц/га. Використання діамонію фосфату та аміачної селітри сприяло покращанню врожаю, у порівнянні з контролем приблизно на 2-2,2 ц/га. Внесення лише аміачної селітри значних підвищень врожайності, але у порівнянні з контролем врожайність зростає на 1-1,1 ц/га.

Отже, найбільш сприятливі умови для формування максимальних показників індивідуальної врожайності рослин ячменю ярого створювалися за сумісного використання мінерального добрива ActiBION та аміачної селітри.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва зумовила створення складного виробництва, яке вимагає значних матеріальних та енергозатрат. Тому, всебічний аналіз доцільності технологічних заходів набуває все більшого поширення у зв'язку з ринковими відносинами в аграрному секторі [75].

Визначення економічної ефективності дає характеристику факторам і прийомам, що використовуються при вирощуванні сільськогосподарських культур [66]. Але з урахуванням зростання цін на енергоносії, цін на промислову та сільськогосподарську продукцію грошові показники накопичення і витрат із часом втрачають свою актуальність. Тому для об'єктивнішої оцінки при обґрунтуванні технологій вирощування культур наряду з економічними слід використовувати показники енергетичної ефективності. Такий підхід дає можливість достовірно врахувати і виразити прямі затрати на технологічні операції, енергію, яка вкладена у засоби виробництва і вирощеної продукції. Біоенергетична оцінка дозволяє кількісно оцінити енергетичну вартість отриманої продукції та є умовним показником енергетичної рентабельності виробництва [65; 66].

Економічна ефективність виробництва продукції рослинництва є результат, виражений окупністю ресурсів і затрат у процесі виробництва. При обрахунках використовували технологічні карти вирощування ячменю ярого в господарстві, де був закладений дослід. Основні методичні принципи оцінки енергетичної ефективності даного дослідження передбачають впровадження ресурсозберігаючих технологій, що ґрунтуються на принципах мінімалізації, яка в свою чергу заощаджує енергетичні, матеріально-технічні і трудові ресурси [77; 78; 79].

У зв'язку з цим для більш детального оцінювання технологій використання добрив доцільним є розрахунок їх енергетичної ефективності.

На 2021 рік, ціна за тону ярого ячменю була значно вищою, ніж завжди, що пов'язано із стабільним високим попитом на культуру і становила 6500-7000 гривень.

Розрахунок енергетичної оцінки виробництва рослин ячменю ярого сортів «Геліос», «Вакула», «Адапт», «Сталкер» проводили згідно існуючих методик, за основними показниками: енергія накопичена у вигляді основної і побічної продукції культури, сукупні енерговитрати на її отримання та коефіцієнт енергетичної ефективності.

Оскільки літературних даних про економічну й біоенергетичну доцільність та ефективність застосування різних видів мінерального живлення надзвичайно мало, нами на основі дослідів проведено таку оцінку.

Було встановлено, що витрати сукупної енергії на 1 га посівів ярого ячменю при внесенні мінеральних добрив були більші, ніж на варіанті без їх внесення. Найбільші витрати сукупної енергії на 1 га припадали на паливо та живу працю – 23,0-32,4 %.

У структурі експлуатаційних витрат максимальні витрати енергії були при обробітку ґрунту та внесенні добрив – 52,8-57,2 %, дещо меншими – 24,3-29,3 % – при збиранні врожаю.

Енергоємність 1 ц продукції при застосуванні мінеральних добрив (аміачної селітри та діамоній фосфат) або аміачної селітри разом з ActiBION знижувалася – на 34-74 МДж порівняно з ділянками без добрив.

Енергетичний коефіцієнт при спільному або роздільному внесенні добрив коливався від 3,3 до 4,01, що в 0,22-0,93 рази менше, ніж на контролі.

Враховуючи те що, найбільш сприятливі умови для формування максимальних показників індивідуальної врожайності рослин ячменю ярого створювалися за сумісного використання мінерального добрива ActiBION та аміачної селітри нами було вираховано економічну ефективність вирощування рослин ячменю ярого, саме за цим варіантом дослідів.

Таблиця 4.1

## Економічна ефективність вирощування ячменю ярого різних сортів

Показники	Назва сортів			
	Геліос	Вакула	Адапт	Сталкер
Урожайність, т/га	5,92	4,31	4,11	4,82
Вартість реалізації, 1 т. насіння соняшника	6500	6500	6500	6500
Вартість одержаної продукції, грн.	38480	28015	26715	31330
Витрати на вирощування, грн.	14300	12700	11500	12200
Прибуток, грн.	24180	15315	15215	19130
Рівень рентабельності, %	70	20,59	32,30	57

Таким чином, на Сході України для зменшення енергетичних витрат виробництва ячменю ярого доцільно використовувати різні види мінеральних добрив.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, коли широко застосовуються нові технології вирощування сільськогосподарських культур, велика увага приділяється створенню таких умов праці на виробництві, які б гарантували повну безпеку життєдіяльності працюючих, при яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії організму людини, а саме організм не знав би шкідливої дії різних шкідливих виробничих факторів [65].

Підвищені вимоги щодо організації безпеки та охорони праці на сільськогосподарському виробництві зумовлені високою забезпеченістю сільського господарства технікою. Сільськогосподарська техніка за параметрами безпеки повинна відповідати певним вимогам.

При виконанні ґрунтообробних робіт головними умовами безпеки є висока професійна майстерність працівників на агрегатах, а також технічна справність машин і укомплектованість їх відповідно до вимог заводської конструкції [65; 66; 80].

Технологічна безпека праці при виконанні посівних робіт в значній мірі залежать від технічного стану машин, правильного регулювання сівалок, трактора. Через це перед початком посівних робіт на посівних агрегатах із зернотуковими – сівалками СЗ-3,6А, СЗ-3,6 потрібно проконтролювати стан механізму передач, висівних апаратів, сошників, насіннєпроводів, загортачів, механізму підйому сошників та ін. Причіпні сівалки на ящиках для насіння повинні мати поручні. Кришки ящиків для насіння зернових сівалок повинні щільно закриватися, вільно відкриватися і обов'язково фіксуватися у відкритому положенні. Під час роботи кришки не повинні відкриватися від вібрації [67; 68].

Агрегат скомплектований до сівби повинен бути обладнаний двосторонньою сигналізацією. За командою сівача проводився рух агрегату.



Роботу сівалки без сівача проводити за тих умов, якщо сівалка обладнана спеціальними і контролюючими пристроями, які передбачені інструкцією заводу-виробника. Під час руху агрегату не виконувати ніяких регулювань, усування несправностей, очищень робочих органів. Розрівнювання мінеральних добрив і насіння у ящиках проводити спеціальними дерев'яними лопатками, очищення сошників – чистиками, а висівні апарати спеціальними дротяними гачками [68; 78; 80; 81].

Культиватори, причіпні зернові сівалки та інші машини, які обслуговуються причіпником повинні мати підніжну дошку шириною не менше 35 мм із запобіжним бортиком на передній кромці висотою 100 мм. На ящику для насіння повинні бути поручні, перила на висоті 900 мм, опірно-запобіжні спинки на 1/3 середньої частки підніжної дошки висотою 1 м. Ящики і банки для насіння повинні мати зручну конструкцію для завантаження. Від підніжки до верхнього краю ящика чи банки відстань не повинна перевищувати 1 м [81; 82].

До початку збору врожаю, для запобігання виникненню усіх можливих небезпечних умов, небезпечних дій та небезпечних ситуацій керівники сільськогосподарських підприємств повинні провести такі організаційні заходи:

- провести інструктаж з питань охорони праці;
- до роботи допустити тільки справні машини, які повністю укомплектовані агрегатами, вузлами, приладами, захисними огороженнями;
- зчеплення з трактором сільськогосподарських машин повинно здійснюватися тільки особами, що обслуговують дану машину з використанням підйомних пристроїв і інструмента, що гарантують безпечне виконання даних робіт;
- закріпити техніку за працівниками;
- організувати ланки технічного обслуговування машин;
- на відведених ділянках обладнати місця для відпочинку працівників, майданчики для зберігання техніки і паливно – мастильних матеріалів;
- підготувати поля до проведення збиральних робіт.

Безпосередньо перед початком роботи працівники повинні перевірити:

- справність та надійність закріплення (карданних, зубчастих, ланцюгових, і пасових передач на інші рухомі деталі), а також наявність захисних огорожень обертових рухомих вузлів та механізмів;
- наявність наступних пристосувань: (дерев'яної підставки під домкрат, противідкатної упори, чистиків робочих органів і дерев'яної лопати для проштовхування зерна в бункер [66; 67]).

Всі роботи по перевірці, регулюванню, ремонту вузлів і агрегатів необхідно виконувати тільки при не працюючому двигуні. Перед цим на рульовому колесі необхідно вивісити табличку « Не включати! Працюють люди!»

Надівання ланцюгів (пасів) на зірочки (шківів) , а також транспортерних стрічок, з'єднання і роз'єднання гусениці необхідно проводити за допомогою спеціальних пристосувань. величина натягу ланцюгів, пасів і регулювання запобіжних муфт повинні відповідати вимогам заводу виробника, а затяжку пружин запобіжних муфт потрібно робити не повною. При прокручуванні робочих агрегатів комбайна монтажним ломиком за вал барабана слідкують, щоб деталі робочих органів, що обертаються, не торкалися корпусних та нерухомих деталей. Механізми комбайна при прокручуванні за паси, беруться за них таким чином, щоб руки не діставали до шківів при разовому переміщенні [29; 65].

Під час збиральних робіт, швидкість руху машин не повинна перевищувати 3-4 км/год. Коли вологість хлібів більше 20 % або вони полегли необхідно використовувати спеціальну техніку. Обкоси, прокоси, а також розбивку поля на загінки необхідно робити тільки в світлий час доби.

Організаційні заходи сприяють високоякісному проведенню робіт і застереженню травмування механізаторів та осіб, які обслуговують посівні і збиральні агрегати. В практиці сільськогосподарського виробництва допускаються і деякі недоліки в організації безпеки і охорони праці [67; 68].

З метою усунення недоліків і покращення рівня роботи з охорони праці необхідно:

- ввести талон безпеки для механізаторів;

- розглянути фактор доплати до зарплати механізаторам, які не допускають порушень з охорони праці;
- скласти раціональний режим часу роботи і відпочинку для всіх працівників, які приймають участь у збиранні врожаю.

Отже, суворе дотримання техніки безпеки при вирощуванні сільськогосподарської продукції в агропідприємствах є запорукою отримання стабільних прибутків.

## ВИСНОВКИ

1. Розроблена схема досліду та проведено дослідження з особливостей проходження стадій онтогенезу рослин ярого ячменю за умов використання різних видів мінерального живлення та їх впливу на фотосинтетичну діяльність.
2. Ґрунтово-кліматичні умови Луганської області є сприятливими для вирощування рослин ячменю ярого, але їх виробництво не розвинене через недостатнє знання біологічних особливостей та реакції на умови вирощування в даному регіоні.
3. Використання різних видів мінеральних добрив покращило умови росту, розвитку та продуктивності рослин ячменю ярого.
4. Дослідженнями встановлено, що комплексне внесення препарату ActiBION і аміачної селітри максимально забезпечили фотосинтетичний потенціал рослин ячменю ярого. Найкращі показники спостерігали на шестирядному сорті Геліос і дворядному сорті Сталкер.
5. Найбільш сприятливі умови для формування максимальних показників індивідуальної врожайності рослин ячменю ярого створювалися за сумісного використання мінерального добрива ActiBION та аміачної селітри, при цьому найвищі показники мали районовані сорти Геліос і Сталкер (на рівні 59,2 і 48,2 ц/га).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИРОБНИЦТВУ

Виходячи із результатів наших досліджень, ми рекомендуємо в основу розробки основних елементів технології вирощування ячменю ярого на території Луганської області використовувати нові препарати, а саме ActiBION разом із аміачною селітрою, залишати на полі післяжнивні рештки попередника та висівати районовані сорти Геліос і Сталкер.

## СПИСОК ВИКОРИТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анастасія Аврамчук. 7 плюсів вирощування ярого ячменю. Електронний журнал Агробізнес України. <https://superagronom.com/articles/160-7-plusiv-viroschuvannya-yarogo-yachmenyu>. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Бельдій Н., Загинайло М., Носуля А. Ячмінь - культура прибуткова. Пропозиція. 2012. С. 12-14.
3. Біологічні особливості та технологія вирощування ячменю ярого ЦЕБ: <http://www.agroua.net/plant/catalog/cg-1/c-3/info/cag-210/> №5(300) березень 2015.
4. Ващенко В. Ф. О защите от полегания и урожайности у ячменя при использовании препарата гормонального действия/ В. Ф. Ващенко, В. В. Нам // Сельскохозяйственной биология. - 2013. - № 6. - С. 119-122.
5. Вислобокова Л. Н. Влияние элементов агротехники на урожайность ячменя // Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Сорокин, В. А. Воронцов // Земледелие. - 2010. - № 6. - С. 25-28.
6. Вислободська М. Формування урожайності та якості зерна ярого ячменю залежно від рівня мінерального живлення / М. Вислободська, В. Данилюк, Л. Бідна, П. Вурдик // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. - 2013. - № 17 (1). - С. 166-170.
7. Власенко Н. Г. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя / Н. Г. Власенко, Т. П. Садохина // Земледелие. - 2010. - № 6. - С. 30-31.
8. Вислободська М., Данилюк В., Бідна Л., Вурдик П. Формування урожайності та якості зерна ярого ячменю залежно від рівня мінерального живлення. Вісник Львівського нац. аграр. університету. Серія : Агрономія. 2013. № 17 (1). С. 166-170.
9. Гарькавий А. Д., Петриченко В. Ф., Спирін А. В. Конкурентоспроможність технологій і машин: навчальний посібник. 2-е вид., випр. та доп. Вінниця: ВДАУ. «Тірас», 2006. 73 с.

10. Гирка А. Д. Агробіологічні основи формування продуктивності озимих та ярих зернових культур у північному у Степу України: дис.. д-ра с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2015. 353 с.
11. Гораш О. С. Вплив норм висіву, мінерального удобрення на ріст і розвиток ячменю. Вісник аграрної науки. 2006. № 9. С. 32 - 35.
12. Григорів Я. Прибуткова п'ятипілка. Особливості вирощування ярого ячменю. Зерно. 2018. №7 (148). С. 56-64.
13. Андрейченко О.Г. Вплив формування фотосинтетичної поверхні листкового апарата на продуктивність рослин ячменю ярого в умовах північного Степу України / Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2013. №18. С. 51-57.
14. Токар Б. Ю. Фотосинтетична діяльність посівів ячменю ярого пивоварного залежно від удобрення та ретардантного захисту / Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2015. Вип. 3 (29). С. 186-189.
15. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Фотосинтетична продуктивність ярого ячменю в умовах змін клімату / Укр. гідрометеорол. ж..2016. №18. С. 72-80.
16. І. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Ільєнко О. В, Кулик І. О., Мамєдова Е. І Продуктивність ячменю озимого - дворучки за осінньої та весняної сівби залежно від обробки насіння і фону живлення / Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. №11. С.31-35.
17. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. // Под ред. А.А. Ничипоровича. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 158 с.
18. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. / [А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова].– М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 136 с.

19. Данилова Е. С. Продуктивность и пивоваренные качества сортов ячменя отечественной и зарубежной селекции / Е. С. Данилова // Известия ТСХА. - 1997. - Вып. 3. - С. 37-47.
20. Дегтярева Т. Ю. Использование блока химизации в посевах ярового ячменя / Т. Ю. Дегтярева // Докл. научно-практ. конфер. «Ученые Нечерноземья - развитию сельского хозяйства». - М.: Агенство массовой информации, 1991. - С. 310-311.
21. Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения. Физиологические основы / В. П. Деева, З. И. Шелег, Н. В. Санько. - Минск: Наука и техника, 1988. - 255 с.
22. Дем'янюк О. С. Продуктивність ячменю залежно від внесення добрив на дерново-підзолистому ґрунті / О. С. Дем'янюк // Вісник аграрної науки. - 2000. - № 7. - С. 77-78. 64
23. Гирка А. Д. Агробіологічні основи формування продуктивності озимих та ярих зернових культур у Північному Степу України: дис. доктора с.-г. наук: 06.01.09 / Гирка Анатолій Дмитрович. – Дніпропетровськ, 2015. – 354 с.
24. Дериглазова Г. М. Урожайность и качество зерна ячменя в зависимости от типа севооборота и внесения удобрений / Г. М. Дериглазова, Е. П. Проценко // Достижения науки и техники АПК. - 2005. - № 10. - С. 38.
25. Дериглазова Г. М. Формирование урожайности ячменя и его качества на склоновых землях лесостепи ЦЧЗ.: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук: № і назва спец. / Г. М. Дериглазова; установа. - Курск, 2005. С.24-27.
26. Дериглазова Г. М. Эффективность действия удобрений в агроландшафте в зависимости от вида севооборота / Г. М. Дериглазова // Сахарная свекла. - 2011. - № 6. - С. 24-28
27. Дериглазова Г. М. Связь агрохимических и физико-химических показателей плодородия пахотного слоя почвы с урожайностью ячменя / Г. М. Дериглазова // Вестник Курской Сельхоз Академии. - 2013. - № 3. - С. 54-56.



28. Інформаційний лист ДСНС України Луганський обласний центр з гідрометеорології «Про кліматичну характеристику району за даними метеорологічної станції Сватове за 2017-2019 рр.», № 13-13-14/907 від 20.07.2020
29. Загарний В., Петренко І., Радіонов Д. Агрегати для культурного ґрунтообробітку: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1273-ahrehaty-dlia-kulturnoho-gruntoobrobitku.html> Агробізнес сьогодні. 05.05.2017
30. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології / М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук, І. В. Мартинюк, В. П. Патика. К.: Урожай, 2003. 504 с.
31. Камінська В. В. Особливості формування елементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу / В. В. Камінська, О. В. Шморгун, О. Ф. Дудка // Землеробство. - 2012. - Вип. 84. - С. 75.
32. Каленская С.М., Токарь Б.Ю. Урожайность ячменя ярового в зависимости от уровня минерального питания. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2015. Вип. 23. С. 30-33.
33. Кирилов Г. Б. Качество ячменя при применении различных доз удобрений на дерново-подзолистой почве / Г. Б. Кирилов, Ю. П. Жуков // Агрохимия. - 2003. - № 12. - С. 33-37.
34. Конопольский О. Драбанюк В. Технологічні аспекти вирощування ярого ячменю. Пропозиція. 2009. № 4. С. 60-67.
35. Климашевсий Э. Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э. Л. Климашевский. - М.: Агропромиздат, 1991. - 415 с.
36. Кліщенко С. Як вирощувати пивоварний ячмінь / С. Кліщенко, В. Лабзенко // Agroexpert. - 2008. - № 3 - С. 11-13.
37. Князев Б. М. Удобрение, урожай и качество зерна ярового ячменя / Б. М. Князев, М. Б. Хоконова // Зерновое хозяйство. - 2004. - № 3. - С. 21.
38. Ковалишина Г. Ефективність застосування протруйників на ярому ячменю / Г. Ковалишина // Агроном. - 2004. - № 3. – С.15-18.
39. Кочмарський В. С. Миронівські сорти ячменю ярого для Лісостепу та Полісся України / В. С. Кочмарський // Агроном. - 2010. - № 1. - С. 179-182.

40. Лінчевський А. А. Ячмінь в зерновиробництві України. Посібник українського хлібороба. 2010. С. 184-185.
41. Лихочвор В. В. Борьба с полеганием зерновых культур - залог высокой урожайности / В. В. Лихочвор // Защита и карантин растений. - 2007. - № 2 - 32 с.
42. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. –
43. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
44. Лінчевський А. А. Сорти ячменю, проблеми виробництва і шляхи їх вирішення в сучасних умовах / А. А. Лінчевський // Посібник українського хлібороба. - 2012. - Т. 2. - С. 198-201.
45. Лопушняк В. І. Продуктивність ярого ячменю залежно від рівня удобрення ґрунтів / В. І. Лопушняк, М. М. Вислободська // Хімія. Агронімія. Сервіс. - 2010. - № 7. - С. 48-51.
46. Лялько В. І., Єлістратова Л. О., Апостолов О. А. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2014. № 2. С. 18-28.
47. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. [business.com.ua/agro/item/8902-bioekologichni-osoblyvosti-iachmeni-positvnoho.html](http://business.com.ua/agro/item/8902-bioekologichni-osoblyvosti-iachmeni-positvnoho.html)
48. Маслійов С. В. Екологічно безпечна технологія контролювання бур'янів у посівах харчових підвидів кукурудзи // Карантин і захист рослин. – К. – 2016. – № 6 (237). – С. 6 – 8.
49. Монастырский О. А. Зерновое хозяйство как основа продовольственной безопасности страны / О. А. Монастырский, М. И. Селезнева / Ж. Экоэ. - 2008. - № 3. - С. 3-12.
50. Муқан М. Я. Вплив мінеральних добрив на формування агрофітоценозу ячменю звичайного ярого (*Hordeum vulgare* L.) / Я. М. Муқан, О. С. Раченко // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. - 2014. - № 2. - С. 51-55. С. 45-48.

51. Нечаев Л. А. Технологии возделывания ячменя на пивоваренные цели. Рекомендации / Л. А. Нечаев ще 2 автори [и др.]. - Орел.: Орловская ОЗК: Syngenta, 2006. - 123 с.
52. Основи землеробства та рослинництва Книга 1. Землеробство: Посібник для вищих учбових закладів / П.С. Лозовіцький - К. 2010. - 268 с.
53. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; м-во аграрн. політ. України / за ред. В. О. Єщенка. К.: Дія, 2005. - 288 с.
54. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз. - К.: Дія, 2005. - 288 с.
55. Гирка А. Д., Кулик І. О., Іщенко В. А., Андрейченко О. Г. Значення біологічно активних речовин у формуванні елементів продуктивності ячменю ярого в північному Степу. *Вісник Степу*. 2013. Вип. 10. С. 106-111.
56. Потопляк О. Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від умов мінерального живлення / О. Потопляк // *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Сер: Агрономія . - 2013. - № 17 (2). - С. 116-120.
57. Романюк В.І. Фотосинтетична продуктивність ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2019. №3 (792). С. 76-81.
58. Murchie E.H., Niyogi K.K. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis. *Plant Physiol*. 2011. (155). № 1. P. 86–92. doi: 10.1104/pp.110.168831.
59. 5 тез про виробництво ячменю в Україні. <http://www.bakertilly.ua/news/id1305> 18.10.2017.
60. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату / А. Д. Гирка ще 2 автори [та ін.] // *Агроном*. - 2013. - № 1. - С. 106-109.
61. Реєстр рослин, придатних для вирощування в Україні. - К, 2020. - 510 с.
62. Репін К. Математика ячменю. *Зерно*. 2018. №5. С. 74-80.

63. Скидан В. О. Реакція нових сортів ячменю ярого на систему удобрення та способи основного обробітку ґрунту / В. О. Скидан // Селекція і насінництво. - 2010. - Вип. 98. - С 257-263.
64. Скидан В. Ячмінь на пиво потребує азоту / В. Скидан, М. Скидан // Агробізнес сьогодні. - №3 (250). - лютий 2013.
65. Смага І. С. Оцінка продуктивності зерно-просапних сівозмін за різної насиченості кукурудзою та цукровим буряком / І. С. Смага // Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії : Матеріали міжнарод. наук.-практ. Інтернет-конф., присвяч. 95-річчю утвор. каф. ґрунтознавства, землеробства та агрохімії ЛНАУ та Міжнародному Дню агрохіміка (9-13 червня 2014 р., м. Львів). – Львів, 2014. – С. 145–153.
66. Смолин В. П. Яровой ячмень для пивоварения / В. П. Смолин // Сельскохозяйственный вестник. - 2001. - № 11. - С. 12-16.
67. Суханов О. К. Оценка состояния зернового рынка / О. ^ Суханов // Сахарная свекла. - 2010 - № 2. - С. 6-10.
68. Статистичний щорічник України 2017 ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ За редакцією І. Є. Вернера Відповідальний за випуск О. А. Вишневська.
69. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-Прінт, 2001. 60 с.
70. Технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України / [В. В. Кириченко, В. М. Костромітін, С. І. Попов та ін.]; під ред. В. В. Кириченка. - Харків: НААН; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2011. - 170 с.
71. Технологія вирощування пивоварного ячменю: рекомендації виробництва / В. А. Власенко, І. А. Шубенко, Н. П. Шубенко [та ін.]. - М.: 2001. - С. 17.
72. Ткаченко М. А. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрохімічного навантаження / М. А. Ткаченко, Д. В. Літвінов //

73. Тимергалиев И. Ф. Технология возделывания пивоваренного ячменя в Среднем Поволжье / И. Ф. Тимергалиев, Р. А. Хакимова, В. А. Глотова // Земледелие. - 2010. - № 6. - С. 15-18.
74. Титова Е. М. Продуктивность сортов ячменя в зависимости от систем удобрений / Е. М. Титова // Агроном. - 2007. - № 4. - С. 94-95.
75. Тихонов Н. И. Научнообоснованная технология производства пивоваренного ячменя в РФ: [Учеб. пособие] / Н. И. Тихонов. - Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2007. - 84 с.
76. Тихонов Н. И. Требования, предъявляемые к качеству пивоваренного ячменя / Н. И. Тихонов // Интеграц. процессы в науке, образовании и аграр. пр-ве - залог успеш. развития АПК // Волгогр. гос. с.-х. акад. - Волгоград, 2011. - Т. 1. - С. 152-157.
77. Коржова Н.О. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого в Луганській області / Коржова Н.О Маслійов С.В. // Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергозалежності сільських територій: колективна монографія за редакцією І.О. Ясноглоб, Т.О.Чайки, О.О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астрия», 2019. – С.218-225.
78. Шевченко О. І. Основи формування продуктивності ячменю ярого / О. І. Шевченко // Хімія. Агрономія. Сервіс. - 2012. - № 2. - С. 20-26.
79. Шершнева О. М. Совершенствование элементов технологии возделывания интенсивных сортов пивоваренного ячменя в западной части Центрального Черноземья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: № і назва спец. / Шершнева О. М.; установа. - Курск, 2009. - 24 с.
80. Шморгун О. В. Оптимізація умов формування високопродуктивних посівів ярого ячменю в зоні північного Лісостепу: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: № і назва спец. / Шморгун О. В.; установа. - 2000. - 20 с.
81. Шмырева Н. Я. Использование азота удобрений ячменем на дерновоподзолистой почве склона северной и южной экспозиции / Н. Я. Шмырева, И. А. Хузин, Н. С. Фещенко // Агрохимия. - 2004. - № 10. - С. 38-40.

82. Шпаар Д. Возделывание зерновых культур / Д. Шпаар, А. Постников, Г. Крацш, Н. Маковски; Под общей ред. Д. Шпаара. - Минск, 2004. - Кн. 4. - С. 277-292.

83. Ячмінь / [В. А. Кононюк, З. Б. Борисонік, А. Г. Мусатов та ін.]. – К.: Урожай, 1986. – С. 144-148.