

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

**Факультет природничих наук**

**Кафедра біології та агрономії**

**Чумак Максим Євгенович**

**АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ  
ВРОЖАЙНОСТІ СОРТАМИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО**

**Магістерська робота  
за спеціальністю 201 Агрономія**

Особистий підпис –



**М. Є. Чумак**

Науковий керівник –



**професор кафедри  
біології та агрономії,  
доктор с.-г. наук І. В. Аксьонов**

Зав. кафедри – \_\_\_\_\_  
біології та агрономії

**кандидат с.-г. наук Г.О. Евтушенко**

**Полтава – 2023**

Міністерство освіти і науки України  
Держаний заклад  
„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка”

Затверджую:

Декан факультету природничих наук

\_\_\_\_\_ Мацай Н. Ю.

**Індивідуальний план магістранта  
щодо виконання магістерської роботи**

1. Чумак М. Є. \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові магістранта)

2. Факультет (навчально-науковий інститут) факультет природничих наук

3. Кафедра біології та агрономії

4. Спеціальність 201 Агрономія

5. Науковий керівник професор кафедри біології та агрономії, доктор с-г. наук  
І. В. Аксьонов

6. Тема магістерської роботи «Агроекологічне обґрунтування формування врожайності сортами ячменю ярого»

7. Термін подання роботи на кафедру не пізніше ніж за 20 днів до захисту

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>
1.	Вибір теми магістерської роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	до 25.12 першого року навчання
2.	Отримання консультації в керівника, вивчення наукової літератури, розробка плану роботи, визначення об'єкта, предмета, мети гіпотези, завдань дослідження, критеріїв оцінювання.	до 01.03 першого року навчання
3.	Робота над теоретичною частиною магістерської роботи, аналіз літературних джерел. Складання першого заліку що до виконання магістерської роботи.	до кінця першого семестру (з урахуванням розкладу заліків)

4.	Розробка методики дослідно-експериментальної роботи. Подання теоретичної частини магістерської роботи та методики експериментальної роботи для першого читання науковим керівником.	до 15.03 першого року навчання
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини магістерської роботи на друге читання. Складання другого заліку що до виконання магістерської роботи.	до кінця другого семестру (з урахуванням розкладу заліків)
6.	Проведення експериментальної роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів.	до 15.10 другого року навчання
7.	Подання першого варіанта дослідно-експериментальної частини магістерської роботи на перевірку науковому керівникові.	до 15.11 другого року навчання
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	до 05.12 другого року навчання
9.	Попередній захист роботи на кафедрі. Складання третього заліку що до виконання магістерської роботи.	не пізніше ніж за шість тижнів до захисту
10.	Доопрацювання магістерської роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	до 15.12 другого року навчання
11.	Подання магістерської роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	не пізніше ніж за чотири тижня до захисту
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта магістерської роботи, підписаного магістрантом, з відгуком наукового керівника, рецензією фахівця за профілем.	не пізніше ніж за 10 днів до захисту

**Здобувач освіти**



( підпис )

**Чумак М. Є.**

(прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)**



( підпис )

**Аксьонов І. В.**

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	7
1.1 Історія походження та господарське значення вирощування ячменю.	7
1.2 Біологічні особливості рослин ячменю	7
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження	18
2.2 Методика досліджень	24
РОЗДІЛ 3 Агротехнологічні прийоми формування високопродуктивних агроценозів сортів ячменю ярого	25
3.1 Особливості росту та проходження рослинами ячменю ярого фаз розвитку періоду вегетації	25
3.2 Вплив норм висіву на показники структури продуктивності сортів ячменю ярого	32
3.3 Врожайність агроценозів сортів ячменю ярого під впливом взаємодії агроприйомів технології вирощування – способу основного обробітку ґрунту, доз внесення мінеральних добрив, норм висіву насіння	34
ВИСНОВКИ	43
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	45
ЛІТЕРАТУРА	46

## ВСТУП

Висловлення важливості роботи базується на основному значенні ячменю ярого як ключової зернової культури в глобальному контексті харчового та кормового виробництва.

У світовому агросекторі, виробництво ячменю взяло на себе четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи, що становить важливу тему нашого дослідження.

Головна мета полягає в розкритті агротехнологічних прийомів для створення продуктивних агроценозів ячменю ярого. Об'єктом нашого дослідження є саме ті прийоми. Завдання включають історичний аналіз та господарське значення ячменю, а також дослідження біологічних особливостей рослин та умов їх росту.

Ми також розглядаємо вплив норм висіву на структуру продуктивності сортів ячменю ярого та врожайність агроценозів під впливом агроприймів технології вирощування, таких як основний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив та норми висіву насіння. Об'єктом нашого дослідження стає ячмінь ярий.

У використанні методів дослідження ми комбінуємо теоретичні (історичний аналіз, структурно-функціональний аналіз, теоретичний аналіз педагогічних ідей) та статистичні (розрахунок мір центральної тенденції, варіації та коефіцієнтів кореляції) підходи.

Отримані результати мають практичне значення для агропідприємств в Київській області, а структура роботи включає вступ, розділи, висновки та список використаної літератури.

## РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1 Історія походження та господарське значення вирощування ячменю.

Історія походження ячменю має глибокі корені, охоплюючи тисячі років вирощування цієї зернової культури. Перші згадки про ячмінь відносяться до давнього Єгипту та Середземномор'я, де він був однією з основних культур для виготовлення хліба та пива.

Господарське значення вирощування ячменю визначається його використанням у виробництві продуктів харчування та кормів. Ячмінь є важливим елементом харчової бази, використовується для приготування каш, супів та, зокрема, для виробництва хмелеваріння. Ця культура займає важливе місце у світовому сільському господарстві, розташовуючись на четвертому місці за виробництвом серед зернових культур після пшениці, рису та кукурудзи.

Усі ці аспекти обумовлюють важливість подальших досліджень та розвитку агротехнологій вирощування ячменю з метою підвищення продуктивності та оптимізації господарського використання цієї зернової культури.

В Україні історія вирощування ячменю також є стародавньою та має глибокі корені. Ця зернова культура була важливою складовою сільського господарства ще з часів Київської Русі. У середньовіччі ячмінь був використовуваний для виробництва пива, а також входив у склад харчових продуктів, таких як каші та хліб.

Сучасно в Україні ячмінь залишається важливою зерновою культурою. Вирощується в різних регіонах країни і використовується для виробництва не лише продуктів харчування, а й кормів для тварин. Господарське значення полягає в тому, що ячмінь сприяє диверсифікації сільськогосподарського виробництва та забезпеченню різних галузей промисловості якісною сировиною. Дослідження агротехнологій вирощування ячменю в Україні є

актуальним завданням для оптимізації виробництва та підвищення ефективності сільського господарства.

## 1.2 Біологічні особливості рослин ячменю

Ячмінь (*Hordeum vulgare*) – це однорічна злакова рослина, і ось деякі з її біологічних особливостей:

1. **Цикл росту:** Ячмінь має короткий цикл росту, особливо яркий ячмінь, який вирощується весною, та озимий ячмінь, який висівається восени і переживає зиму для продовження росту весною.

2. **Листя та стебла:** Рослина має листя, організоване в розетку. Стебла можуть бути високими і жорсткими, носити колоски, де формується зерно.

3. **Квіткова будова:** Колосок ячменю містить квітки, які є статевими органами рослини. Кожен колосок містить пліди (зерна), які виникають після опилення квіток.

4. **Проростання насіння:** Процес включає поглиблення води, наклювання насіння та розвиток проростка з формуванням асиміляційного листка над поверхнею ґрунту.

5. **Сходи і кущіння:** Після проростання виникають сходи, і рослина переходить до фази кущіння, де виникають нові пагони з вузлів кущіння.

6. **Полегшення та кущіння:** Рослина може реагувати на негативні чинники, такі як нестача вологи, низькі температури чи надмірне зволоження, полегаючи або виробляючи додаткові пагони, щоб забезпечити продовження росту.

7. **Формування зерна та дозрівання:** Колоски формують зерно, яке дозріває протягом певного періоду перед збором врожаю.

Ці біологічні особливості визначають успішність вирощування ячменю та впливають на врожайність і якість зерна.

У контексті агрономії, біологічні особливості рослин ячменю важливі для ефективного вирощування та досягнення оптимального врожаю. Деякі аспекти, які агрономи враховують при вирощуванні ячменю:

1. **\*\*Вибір сортів:\*\*** Агрономи враховують біологічні характеристики різних сортів ячменю, такі як терміни вегетації, стійкість до хвороб і шкідників, щоб вибрати найбільш підходящий для конкретного регіону та клімату.

2. **\*\*Оптимальний час посіву:\*\*** Знання про фази розвитку рослини, такі як проростання насіння, сходи та інші, допомагає агрономам визначити оптимальний час для посіву ячменю в конкретному регіоні.

3. **\*\*Управління поливом:\*\*** Розуміння чутливості ячменю до вологи дозволяє агрономам належно регулювати систему поливу, щоб забезпечити оптимальний рівень вологи для росту та розвитку рослин.

4. **\*\*Удобрення:\*\*** Агрономи враховують вимоги до поживних речовин, щоб застосовувати оптимальні добрива та дози для підтримки здоров'я та врожайності ячменю.

5. **\*\*Контроль за хворобами і шкідниками:\*\*** Біологічні особливості рослини впливають на її стійкість до хвороб і шкідників. Агрономи розробляють стратегії захисту, виходячи з цих характеристик.

6. **\*\*Методи обробітку ґрунту:\*\*** Розуміння структури та потреб рослини допомагає агрономам вибирати відповідні методи обробітку ґрунту для створення оптимальних умов для росту.

7. **\*\*Пожнива та обробка врожаю:\*\*** Біологічні фази ячменю визначають оптимальний час для збору врожаю та його подальшої обробки.

Врахування цих біологічних особливостей сприяє досягненню оптимальних результатів у вирощуванні ячменю в сільському господарстві.

У наукових дослідженнях зазначено, що на менш родючих теренах вивчається культура ячменю, яка майже не схильна до формування густого куща. Спостереження за різними сортами ячменю підтверджують варіацію у рівні кущистості, і зокрема, дворядний ячмінь, як представник ярих форм,



вирізняється вищою густотою пагонів. Але важливо підкреслити, що для пивоварного ячменю велика кущистість не завжди є бажаною, оскільки це може породжувати непередбачуване пагоноутворення та ускладнювати процес збору врожаю, особливо при надмірному зволоженні ґрунту.

У сухих регіонах, коли в ґрунті не вистачає вологи, ячмінь, який формує значну кількість стебел, часто має велику частку безплідних пагонів. У таких умовах рослини ефективно не використовують вологу та поживні речовини, що призводить до погіршення розвитку основного стебла.

Фаза виходу в трубку, що настає майже через три-чотири тижні після повного з'явлення сходів, починається з інтенсивного виростання стебла в довжину та видовження його міжвузлів. При основі головного стебла ячменю відмічається невеликий випуклість, яка є горбиком першого стеблового вузла.

У цей час завершується формування колоса, колосків і квітів, і ячмінь дуже чутливий до наступних факторів:

- нестача води;
- дефіцит елементів мінерального живлення;
- недостаток світла.

Відсутність цих умов призводить до часткової стерильності та зменшення кількості зерен в колосі. Сонячна погода під час фази виходу в трубку і колосіння сприяє формуванню міцних вузликів і запобігає прогинанню рослини та утворенню зерна з низькою плівчастістю.

Наступною стадією є фаза цвітіння. Ячмінь є рослиною, що запилюється самостійно, але в окремих випадках може відбуватися перехресне запилення. Цвітіння цієї культури відбувається перед початком колосіння. Колос ячменю розцвітає у піхві листка. У колосі повністю формуються генеративні органи, такі як пиляки і приймочки. Процес цвітіння починається з середніх колосків і поширюється одночасно на верхні та нижні частини колоса. Найактивніше цвітіння та запилення спостерігаються вранці, і весь процес запилення триває від 6 до 8 годин.

Фазу завершення цвітіння в ячменю визначають моментом, коли більшість пиляків, за винятком окремих, уже висохли. Це ключовий період у житті рослини, оскільки його завершення визначає припинення росту вегетативних органів, але у більшості випадків продовжується ріст кореневої системи. У ячменю озимому цвітіння відбувається після виходу колоса із листкової трубки, відмінно від ячменю ярого.

Фаза колосіння розпочинається одночасно з появою остюків у піхві прапорцевого листка ячменю. У сухі роки колос ячменю може не виходити, і колосіння розпочинається з появою остюків на колосі. Процес колосіння у рослин триває приблизно тридцять п'ять - сорок днів після початку трубкування. Умови зовнішнього середовища значно впливають на довжину колоса ячменю, кількість колосків і продуктивність в цей період.

Етап формування і дозрівання зерна розпочинається після колосіння і включає три етапи стиглості:

1. **\*\*Молочна стиглість:\*\*** Настає через 10–15 діб після цвітіння і триває 10–12 діб. Зерно досягає максимальних розмірів, вологість коливається від 40% до 60%, має зелене забарвлення. Нижні листки відмирають, а на інших з'являються жовті смуги. Під час стискання зерна відділяється біла рідина.

2. **\*\*Воскова стиглість:\*\*** Рослина набуває жовтого кольору, вологість зерен знижується до 20–25%. Зерно стає восковим, легко мнеться й ріжеться нігтем. Після цього листя і стебла поступово відмирають, зерно зменшується в розмірі.

3. **\*\*Повна стиглість:\*\*** При сухій і теплій погоді перехід від воскової стиглості до повної стиглості триває 3–4 дні. Зерно досягає вологості 14–16%, і в цей період відокремлюється від плівки. Зерно може бути міцно склеєне з квітковими лусками у плівчастих формах рослин або відокремлюватися у голозерних формах.

Ярий ячмінь визначається своєю високою швидкістю дозрівання, де ранньостиглі сорти завершують цей процес за 53–60 днів, а пізньостиглі - за 100–120 днів. Важливо зауважити, що збільшення тривалості вегетаційного

періоду сприяє підвищенню врожайності та пивоварних характеристик рослини.

Сходи ячменю з'являються на 6–9 день після сівби, і до 12–15 днів починається фаза кушіння, а через 30–40 днів розпочинається фаза стеблуння рослин, тривалість якої становить 2–3 доби в продуктивних посівах. Зазначте, що висока куцистість не є бажаною для пивоварного ячменю, оскільки кушіння може тривати, навіть коли перші пагони досягли повної стиглості, що унеможливорює зручний збір урожаю.

Фаза колосіння починається на 45–65 день після сходів, а період від виколошування до воскової стиглості триває 30–45 днів, включаючи 20–25 днів для досягання зерна.

Своєрідною рисою ячменю є його висока адаптабельність до різних кліматичних умов та родючості ґрунтів. Додається унікальна спроможність рослини реагувати на зовнішні фактори, такі як світловий режим, волога, та поживні речовини, що значно впливає на формування його врожаю та якість зерна.

Ячмінь озимий, як об'єкт досліджень у сфері агрономії, привертає увагу не лише своєю адаптивністю до різних кліматичних умов, але і ефективністю у використанні ресурсів. Розглядання його біологічних особливостей в сільському господарстві не лише сприяє удосконаленню методів вирощування, але й розвитку оптимальних стратегій для досягнення максимальної врожайності при різноманітних умовах вирощування.

Важливо відзначити, що в індивідуальному розвитку озимого ячменю спостерігається не лише коротший період вегетації порівняно з іншими хлібними озимими культурами, але й його висока швидкість досягання. Це відкриває можливості для оптимізації термінів вирощування та збільшення продуктивності, роблячи ячмінь озимий важливим елементом в аграрному ландшафті.

Після сівби, при сприятливих умовах осіннього періоду, сходи озимого ячменю з'являються на сьому – дев'ятому дні. З черткою тринадцять –

п'ятнадцять діб від появи сходів розпочинається фаза кушіння, що у вегетаційному періоді осені триває близько тридцяти – тридцяти п'ять діб. Рано весною озимий ячмінь швидко починає активний ріст, зменшуючи вегетаційний період.

Відновлення вегетації весною розпочинається в 2-й декаді березня або 1-й декаді квітня, з переходом рослин у фазу виходу в трубку через десять – чотирнадцять діб. Озимий ячмінь відзначається швидшим розвитком за умов тривалого світлового дня, досягаючи стадії швидше на шість – дев'ять діб порівняно з озимою пшеницею та на дванадцять – шістнадцять діб раніше, ніж ячмінь ярий.

Цей розгінний розвиток забезпечує формування більш повних зерен ще до літнього періоду, перед приходом високих температур. Умови вирощування можуть визначати тривалість вегетаційного періоду озимого ячменю, який коливається від двохсот тридцяти до двохсот дев'яносто діб.

Розвиток та характер росту досліджуваних рослин суттєво залежать від типу ґрунту, його родючості та зовнішнього середовища, особливо враховуючи такі фактори, як світло, температура та волога. Ячмінь ярий, як культура довгого дня, потребує тривалого освітлення для ефективного розвитку. Вплив тривалого вегетативного періоду на ячмінь сприяє активізації кушіння та формуванню більшого обсягу колосків у колосі.

Температурні вимоги рослин ячменю різні на різних етапах росту. Від проростання насіння при 1-3 °С до появи сходів при 4-5 °С, рослини можуть витримувати короточасні заморозки до -6 °С, але під -6 – 8 °С відзначається пожовтіння листків. Затримка росту та пригнічення рослин спостерігаються при тривалому похолоданні та зволоженні.

Щодо ячменю озимого, він виявляє меншу морозостійкість серед хлібних озимих культур, з можливістю гинення при температурі -12 – 17 °С, особливо за тривалого похолодання та перезволоження поля. Слабка зимостійкість пов'язана з завершенням стадії яровизації перед зимою, тривалість якої менше 30-40 діб. Таким чином, точне дотримання оптимальних

строків сівби важливо для уникнення вимерзання рослин та досягнення успішної фази кущіння весною. Дуже шкодить озимому ячменю різкі зміни температури в зимовий й ранньовесняний періоди (глибокі зимові відлиги й ранньовесняні похолодання). Озимий ячмінь добре витримує високі літні температури (більше 35 °С).

Рослини озимого ячменю проявляють високу стійкість до посух та мають виражену здатність адаптуватися до негативних умов середовища. Незважаючи на їхню відносно слаборозвинену кореневу систему, озимий ячмінь виявляє відмінну стійкість до посух, особливо весною. Ідеальною температурою для оптимального зростання та розвитку рослин під час вегетації є від 17 до 18 °С.

У порівнянні з цим, ярий ячмінь виявляє високу термічну стійкість та негативно реагує на швидкі зміни температур під час виходу у трубку, особливо в період колосіння. Для найбільш ефективного фази виходу у трубку-колосіння відповідає середньодобова температура від 20 до 22 °С, з дозріванням у діапазоні від 23 до 24 °С. Температури нижче 13 – 14 °С можуть затримувати процес наливу й дозрівання зерна.

Озимий ячмінь вирізняється високою адаптацією до посушливих умов на протязі усього вегетаційного періоду. Транспіраційний коефіцієнт в нього іноді перевищує 400, що свідчить про його ефективний водний обмін. У ситуаціях нестачі вологи та суховіях, озимий ячмінь виявляється більш стійким до висихання, порівняно з іншими злаковими культурами.

Для реалізації біологічного потенціалу в період наливу зерна від цвітіння до воскової стиглості, озимому ячменю потрібна сума ефективних температур, яка складає 700 °С, що допомагає забезпечити оптимальні умови для росту та дозрівання.

Різкі перепади температури та високі температурні показники, спільно з низькою вологістю повітря, негативно впливають на наповненість зернівки, викликаючи зменшення маси тисячі зерен і погіршення пивоварних характеристик ячменю під час періоду наливу зерна.

В порівнянні з іншими злаковими культурами, ячмінь виявляється менш вимогливим до вологи та ефективніше використовує її, зокрема порівняно з пшеницею, житом та овесом. Транспіраційний коефіцієнт цієї культури рухається в діапазоні від 350 до 450. Недостаток вологи під час кущіння призводить до зниження продуктивності кущіння та викликає значну асинхронію в розвитку пагонів. Завдяки обмеженій кореневій системі, рослина не так ефективно переносить весняну посуху. Значна кількість води споживається на початкових етапах росту, зокрема під час кущіння та виходу у трубку-колосіння.

В умовах обмеженої вологості рослина може продемонструвати вищий рівень врожайності, порівняно з ситуаціями з високим рівнем вологості.

Слід мати на увазі, що відсутність вологи протягом останніх двох - чотирьох тижнів вегетації рослини призводить не лише до втрат урожайності, але й значного зниження якості зерна, яке відносить ячмінь до категорії кормових культур.

Головною перевагою ячменю озимого перед ярим полягає в його можливості уникнути дефіциту вологи в кінці літнього періоду, що часто спостерігається в більшості зон вирощування цієї рослини. Завдяки кращому розвитку рослини, вона ефективніше переносить посуху.

Досліджуваний вид виявляється найвибагливішим до родючості ґрунту, оскільки накопичує значну кількість органічних речовин за короткий період і має менш розвинену кореневу систему, яка виявляє підвищену чутливість до концентрації солей у ґрунтовому розчині, особливо на початкових етапах росту та розвитку. Розвиток та характер росту ячменю в значній мірі залежать від типу та родючості ґрунту.

Ярий та озимий ячмінь відрізняються високою пластичністю та успішно ростуть на різних ґрунтах, проте найкращі результати досягаються на структурних родючих чорноземах, опідзолених, каштанових та темно-сірих суглинкових ґрунтах із глибоким шаром гумусу та рН від 6 до 7,5. Супіщані та піщані ґрунти без поліпшення їхніх характеристик (застосування добрив)

слабо підходять для вирощування ячменю. Погано росте ярий та озимий ячмінь на кислих ґрунтах, де його біологічний потенціал реалізується слабо, а врожайність зерна дуже низька.

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження

Дослідження проведено у селищі міського типу Глеваха, яке розташоване на південному заході від Києва на відстані 10,5 км, в північно-східній частині Фастівського району, на межі зон мішаних лісів і лісостепу. Селище розділене Південно-Західною залізницею на західну та східну частини. На території селища розташовані чотири залізничні зупинки. Шляхи Київ—Одеса та Київ—Васильків проходять на сході селища. Сmt Глеваха межує з населеними пунктами, включаючи села Іванків, Мархалівка, Зелений Бір, Крушинка, а також місто Васильків та інші населені пункти в околицях.

Фастівський район, відповідно до природно-сільськогосподарського районування, належить до трьох природно-сільськогосподарських районів: північна частина - до Фастівського, південна - до Сквирського, а східна - до Білоцерківсько-Миронівського в Лісостеповій зоні.

Розташований у західній частині Київської області, Фастівський район межує з Макарівським на півночі, Васильківським на сході, Білоцерківським на південному сході, Сквирським на півдні, Коростишевським та Попільнянським на заході (остання пара районів розташована в Житомирській області).

Сільськогосподарські підприємства Фастівського району спеціалізуються на вирощуванні зернових культур, цукрового буряка, та у тваринництві переважає молочно-м'ясний напрямок та свинарство.

Клімат району визначається як помірно-континентальний, з теплим літом та помірно холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить  $+6,7^{\circ}$ , з екстремами в січні ( $-6,2^{\circ}$ ) та липні ( $+19,1^{\circ}$ ). Однак в окремі роки можуть виникати відхилення від середніх показників.

Температурний режим в Фастівському районі відзначається значними коливаннями, де абсолютний максимум може досягати  $+38^{\circ}$ , а мінімум



опускатися до  $-33^{\circ}$ . В умовах малосніжних зим ці низькі температури можуть призводити до вимерзання озимих та пошкодження плодових насаджень, а в сухі періоди літа - до підгорання зернових культур.

Безморозний період триває в середньому 160-170 днів, з вегетаційним періодом від другої декади квітня до третьої декади жовтня. З обсягом активних температур  $2650-2800^{\circ}$ , є достатнім для вирощування сільськогосподарських культур та догляду за багаторічними насадженнями.

Середньорічна кількість опадів складає 560 мм, розподілена відносно рівномірно щомісячно, з липневим піком близько 77 мм. У посушливі роки, коли травень має обмежені опади, це може негативно впливати на сходжувальність рослин.

Зимовий період у Фастівському районі відзначається непостійними температурними коливаннями та змінною висотою снігового покриву, який може становити від 10 до 22 сантиметрів. Часті опади у вигляді дощу при низьких температурах призводять до утворення льодяної кірки, що негативно впливає на сільськогосподарські культури.

Глибина промерзання ґрунту залежить від різних чинників, включаючи температуру, наявність снігового покриву, тип ґрунтів і їхній механічний склад. У середньому в районі глибина промерзання ґрунту становить 40 сантиметрів.

Вологість у восени та взимку досягає максимальних значень, коливаючись в межах 80-85%. Число посушливих днів із вологістю менше 30% в середньому становить від 15 до 20 за рік, більшість з них припадає на травень.

Фастівський район характеризується високим випаровуванням вологи, що становить близько 420-460 мм на рік. Хоча в цілому баланс вологи позитивний, в окремі роки може виникати посуха. Перехід від одного сезону до іншого відбувається поступово, і кожна пора року має свої позитивні та негативні аспекти.

Весна виявляється тривалою та нестійкою, характеризується частими коливаннями температури від холодного до теплого. Початок весни вважають кінцем березня, і розтаєння снігу відбувається повільно, займаючи в середньому 20-25 днів через великі лісові площі.

Літо, зазвичай, тепле, але не надто спекотне, супроводжується частими дощами. Значна кількість опадів у деякі роки може викликати вимокання сільськогосподарських культур та вилягання хлібів, що негативно впливає на рослини, а також може ускладнити збір врожаю. Град у певні роки завдає непоправної шкоди сільському господарству. Північно-західні вітри переважають у літній період.

Перехід до осені починається поступово, з частими теплими періодами. Перша половина осені зазвичай суха і тепла. У другій половині жовтня погода стає похмурою і прохолодною, розпочинаються дощі. Сніг зазвичай починає випадати в листопаді.

Зима проходить м'яко, з частими відлигами, що сприяють таненню снігу. Під впливом південно-східних вітрів відбувається часте зникнення і повторне встановлення снігового покриву, що може повторюватися неодноразово протягом зими.

Кліматичні особливості Фастівського району формують фактори, які впливають на всі сезони року. Весна приносить з собою несподівані зміни та коливання температури, а танення снігу протікає повільно, укриваючи землю теплим ковзанням.

Літа тут характеризуються теплом і вологою, але із можливістю дощів, що впливає на різноманітність сільськогосподарського виробництва. Град, як непередбачуваний елемент, може створити виклики для сільського господарства.

Осінь настає спокійно, з теплими періодами, але з часом принесе і прохолоду, і дощі. Сніг, що випадає вже в листопаді, буде обтікати теплом і холодом осіннього перехідного періоду.

Зима приносить м'які температури, із частими відлигами, створюючи своєрідне танення снігу. Це часте відлигання може створювати непередбачувані умови, додаванім неспокійності зимовому пейзажу Фастівського району.

Фастівський район користується кліматичними умовами, які є сприятливими для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Клімат на території Київської області виявляє перехідний характер від континентального Східноєвропейського до теплого помірно-вологого Західноєвропейського.

Цей помірно-континентальний клімат формується під впливом вологих повітряних мас Середземного моря і Атлантичного океану. У зимовий період арктичні повітряні маси приносять різке пониження температури, тоді як влітку середземноморські повітряні маси сприяють підвищенню температури і посиленню посушливих явищ. Зима м'яка, середні температури в січні становлять мінус п'ять градусів, тоді як літо тепле з середньою температурою в липні вісімнадцять градусів.

Територія Фастівського району характеризується слабкохвилястим лісовим плато, яке включає елементи морено-зандрових гребенів. Північна частина району має погорбований рельєф, в той час як південна частина частково піддана ерозії, включаючи яри і балки.

Лісове плато розчленоване мережею річкових долин, таких як Ірпінь, Унава, Каменка, Стугна, а також численними балками. Балки широко поширені в південно-східній та північній частині району. Долини річок відзначаються неширокими заболоченими заплавами, які мають одну або інколи дві виражені в рельєфі надзаплавні тераси. Береги річок мають пологі схили, але схили балок піддаються значній ерозії.

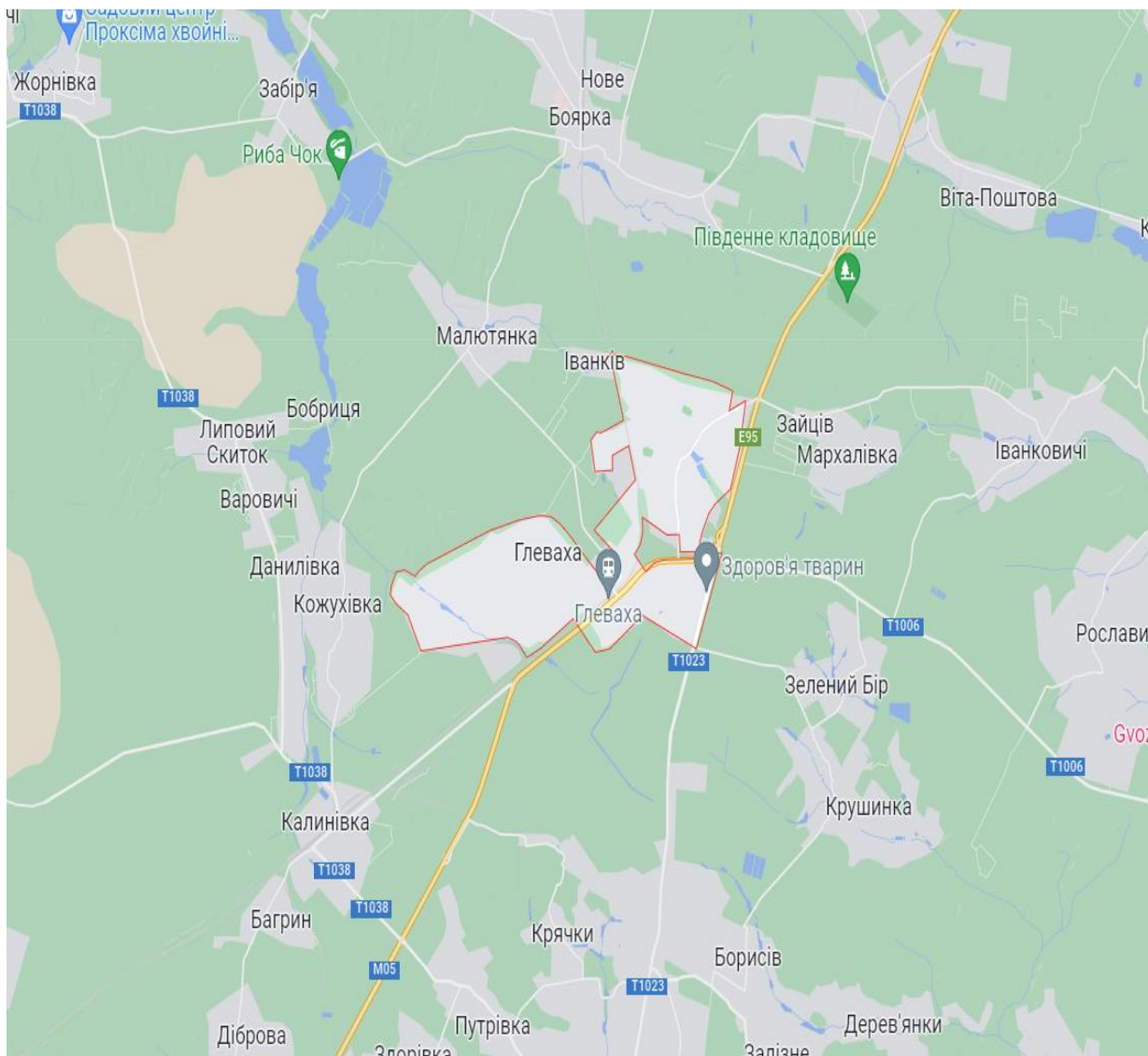
На півночі Фастівського району при переході від слабкохвилястого плато до заплави річок спостерігаються вузькі боріві тераси. Ширина річкових заплави коливається від 100 до 500 метрів, і, як правило, вони є заболоченими, частково використовуються для сінокосіння. Орні землі, в основному,

розташовані на слабкохвилястому плато, що створює сприятливі умови для інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

Формування ґрунтового покриву в районі Фастова обумовлене різноманітними чинниками, серед яких важливе значення мають кліматичні умови, ґрунтоутворюючі породи, рельєф, геологічна будова, рослинність та вплив агрокультурної діяльності людини.

Основну частину ґрунтового покриву Фастівського району становлять чорноземи типові (43,8%) та опідзолені ґрунти (33,4%). Також присутні лучно-чорноземні, дерново-підзолисті, лучні, чорноземно-лучні, болотні та інші види ґрунтів. Чорноземи типові, що охоплюють площу 22,9 тис. га сільськогосподарських угідь, є найбільш продуктивними та використовуються для орної обробки.

Найвища концентрація чорноземів типових зафіксована у східній частині Фастівського району, де вони складають від 45 до 90% площі сільськогосподарських угідь. Гумусований профіль цих ґрунтів має велику потужність (80-100 см), а вміст гумусу в орному горизонті коливається від 2,5% до 3,5%. Реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН близько 5,6). Ці чорноземи володіють значними запасами поживних речовин, фізико-хімічно вигідними властивостями та сприятливим водно-повітряним режимом. Втім, вони піддаються запливанню та утворенню кірки, але завдяки великій кількості глинистих часток можуть накопичувати органічну речовину та формувати цінну структуру для сільськогосподарського використання. Карта розміщення селища міського типу Глевахи



На сучасний момент, ґрунтовий покрив Київської області є результатом взаємодії степової та лісової флори, що вплинуло на різноманітність і формування його видового складу. Однак, важливу роль в цьому процесі відіграють геологічна структура рельєфу, материнські породи та кліматичні умови. Властивості ґрунтів, такі як хімічний склад, гранулометричний склад та фізичні властивості, успадковують від ґрунтоутворюючих порід.

У Київській області спостерігається особливість ґрунотвірних процесів, де інтенсивно розвиваються глеєвий та підзолистий процеси. Під впливом підзолистих процесів утворюється щільний ілювіальний горизонт, практично непроникний для води. З іншого боку, глеєві процеси охоплюють

не лише ґрунтовий профіль, але й верхній шар материнської породи через недостатню дренажність та зайве поверхнєве зволоження території.

Внаслідок цих процесів, ґрунти цієї області виявляють меншу родючість порівняно зі степовою зоною. Дернові опідзолені ґрунти на алювіальних та делювіальних відкладеннях, а також буроземно-підзолисті поверхнєво-оглеєні та дерново-підзолисті ґрунти визначають основний характер ґрунтового покриву цієї території.

Ці дернові опідзолені ґрунти, розташовані на алювіальних і делювіальних відкладеннях, є поширеними в вододільних просторах, на терасах та схилах рік. Їхні характеристики, такі як глибина гумусового горизонту та гранулометричний склад, визначаються територіальними особливостями. Згідно з грубо-пилуватим та середньо-суглинковим складом, а також розпиленістю в структурі орного шару, ці ґрунти мають тенденцію до заплівання під впливом дощів, утворюючи кірку.

Гумусовий склад ґрунтів виявляється добре гумусованим, змінюючись від 2,8% у верхньому шарі до зменшення на глибину. Щодо хімічного складу, ґрунти володіють слабкою насиченістю обмінним калієм та рухомим фосфором. Загалом, ці ґрунти вимагають регулювання водно-повітряного режиму, особливо в оглеєних територіях з погіршеним обміном речовин.

Ці дернові опідзолені ґрунти, які кардинально впливають на вегетацію та врожайність рослин, становлять особливий екологічний контекст. Навколишнє середовище визначає їхні унікальні властивості та важливість для сільськогосподарського виробництва. Дослідження та вдосконалення методів обробки цих ґрунтів можуть сприяти підвищенню стійкості рослин та оптимізації сільськогосподарських процесів.

## 2.2 Методика досліджень

У проведеному досліді застосовувалася типова агротехніка для регіонів північної частини України, за винятком вивчених факторів. Дослідження було

орієнтоване на вирощування ярого ячменю, використовуючи озиму пшеницю як попередника.

Для вирішення поставленої задачі було проведено дослід з трьома факторами, включаючи сорти ячменю ярого (Геліос та Сталкер), різні способи сівби (звичайний рядковий та вузькорядний) та різні норми висіву насіння (3,5, 4, 4,5 та 5 мільйонів насінин на 1 гектар). План дослідження включав різні варіанти для кожного фактору.

Облікові ділянки мали площу 25 м<sup>2</sup> і повторювались чотири рази. У веденні записів та проведенні спостережень використовувались загальноприйняті методики, що забезпечувало об'єктивність та надійність отриманих результатів.

Цей дослід проливає світло на оптимальні підходи до вирощування ярого ячменю в умовах північних регіонів України. Застосування різних сортів, способів сівби та норм висіву насіння дозволяє здобути глибше розуміння та оптимізувати виробничі процеси для підвищення врожайності та якості продукції. Результати цього дослідження можуть бути цінним внеском у вдосконалення агротехнік та досягнення стабільних аграрних врожаїв.

## РОЗДІЛ 3 Агротехнологічні прийоми формування високопродуктивних агроценозів сортів ячменю ярого

### 3.1 Особливості росту та проходження рослинами ячменю ярого фаз розвитку періоду вегетації

Для аналізу розвитку зернових культур, зокрема ярого ячменю, використовується система "Задокс". Ця система, яка широко визнана у світі, має двозначний код. Перша цифра вказує на основну стадію росту, від проростання до дозрівання ядра, а друга цифра поділяє кожну стадію на підетапи. Наприклад, код 13 вказує на те, що три листки на головному пагоні зійшли принаймні на 50%.

У ростовому циклі рослини, особливо під час росту розсади, друга цифра вказує на кількість листків або кущів, з'явившихся на рослині. Комбінування індексів "Задокс" може надати більш повний опис зовнішнього вигляду рослини, що особливо корисно при аналізі стадій для внесення гербіцидів. По мірі дозрівання рослини використовуються стадії "Задокс", що детально описують розвиток ядра.

У системі «Задокс» індекси використовуються для деталізації стадій росту ярого ячменю. Під час росту розсади (основна стадія 1), друга цифра вказує на кількість листків на рослині. Наприклад, код 13 означає, що три листки на головному пагоні зійшли принаймні на 50%.

Коли рослина переходить до кущіння (основна стадія 2), друга цифра вказує на кількість кущів, що з'явилися на рослині. Такий підхід дозволяє визначити етап розвитку рослини, що важливо для визначення оптимального часу для застосування гербіцидів та інших агротехнічних заходів.

За допомогою системи «Задокс» можна отримати більш детальний опис фаз росту ярого ячменю, що полегшує аналіз та прийняття рішень у сільському господарстві.



Таблиця 3.1-Фази розвитку ярого ячменю з характеристикою рослини

Стадія				7	листок
	0	Сухе ядро			Отвір піхви прапора
	1	Початок імбібіції (поглинання води)		9	Видно перші ості
	5	Вийшов корінець		5	Поява голівки
	7 9	Виник колеоптіль Лист тільки на кінчику колеоптиля		1	Перший колосок голівки тільки видно 10.1
1		Розвиток розсади	1	3	Вийшла одна чверть голови10.2
	0	Перший лист через колеоптіль		5	Вийшла половина голови10.3
	1	З'явилося не менше 50% першого листка		7	Вийшло три чверті голови10.4
	2	Друге листя зійшло не менше 50%.		9	Поява голівки завершено 10.5
	3	Третій лист зійшов не менше 50%.		6	Цвітіння (у ячменю не помітно)
	4	Чотири листки зійшли принаймні на 50%.		1	Початок цвітіння10.5.1
	5	П'ятий лист зійшов не менше 50%.		5	Половина квіток розквітла 10.5.2
2		Кущення		9	Цвітіння завершено10.5.3
	0	Тільки головний пагін		7	Розвиток молока в ядрі
	1	Видно головний пагін і 1 румпель	2	1	Ядро водянисте стигле10.5.4
	2	Головний пагін плюс 2 кущі		3	Раннє молоко
	3	Головний пагін плюс 3 кущі		5	Середнє молоко11 .1
	4	Головний пагін плюс 4 кущі		7	Пізнє молоко
	5	Головний пагін плюс 5 кущів	3	8	Розробка тіста в ядрі

3		Подовження стебла			3	Раннє тісто
	1	Виявлений перший вузол	6		5	М'яке тісто 1.2
	2 3	Виявлений другий вузол Третій вузол виявляється	7		7	Тверде тісто, голова втрачає зелений колір
	7	Прапорний лист тільки видно	8		9	Орієнтовна фізіологічна зрілість
	9	Комір із листя прапора лише видно	9	9		дозрівання
4		Завантаження Піхва прапорцевого листка розширюється			1	Ядро жорстке (важко розділити мініатюрою) 1.3
	1					
	3	Черевик тільки починає набухати			2	Ядро не можна подрібнити
	5	Чобіт роздувся	10			за мініатюрою— урожай дозрів 1.4

Ростовий цикл ячменю розділяється на декілька етапів, включаючи проростання, формування розсади та листя, кушення, рост стебла, подовження, запилення, розвиток ядер та зрілість. Після вбирання вологи насінням виникає первинний корінець, який росте вниз, фіксуючи рослину і забезпечуючи забір води та поживних речовин. Цей корінець розвиває бічні гілки, а інші корені, що утворюються на рівні насіння, утворюють насінну кореневу систему.

Коли корінець виходить з насіння, з'являється перший головний лист пагона, який захищений колеоптилем та проникає в ґрунт. Глибина посіву не повинна перевищувати довжину колеоптиля, зазвичай менше 7,6 сантиметрів. Після появи сходів колеоптиль зупиняє свій ріст, і з'являється перший

справжній лист рослини. Нові листки з'являються кожні 3-5 днів залежно від сорту та умов росту.

Кількість нагрітих градусів визначається сумуванням температур вище 40 градусів Фаренгейта за кожен день, і приблизно 100 одиниць тепла накопичується між появою послідовних листків у ячмені середнього дозрівання. У рослин зазвичай формується вісім-дев'ять листків на головному стеблі, а в пізніших сортів - більше. Поява останнього листка, прапорцевого, є важливою для визначення часу застосування регуляторів росту.

Після появи приблизно трьох листочків у розсади, зазвичай починають використовувати культиватори. Здатність рослин ячменю до кущіння є важливим адаптаційним механізмом до змінливих умов навколишнього середовища. Коли у розсади з'являється близько 3 листочки, зазвичай починають з'являтися культиватори. Здатність рослин ячменю до кущіння є важливим методом адаптації до мінливих умов середовища.

За типових культурних умов для ярого ячменю культиватори з'являються протягом приблизно 2-тижневого періоду, а загальна кількість формується залежно від сорту та умов середовища. Глибокий посів і високі норми висіву зазвичай зменшують кількість кущів, що утворюються на рослині[29].

Кущі можуть утворюватися більше, коли температури на початку сезону низькі, коли популяція рослин низька або коли рівень азоту в ґрунті високий. Деякі рослини пускають коріння, створюючи «вузлову» кореневу систему. Приблизно через чотири тижні після появи сходів деякі з раніше сформованих кущів починають відмирати, не утворюючи головки. Ступінь передчасної загибелі кущів залежить від умов навколишнього середовища та сорту. За поганих або стресових умов вирощування рослини реагують утворенням меншої кількості кущів або більшою передчасною відмиранням кущів.

До з'єднання верхівка рослини або точки росту знаходиться під поверхнею ґрунту, де вона частково захищена від морозу, граду та інших механічних ушкоджень. Після приблизно 3-4 тижнів від появи сходів верхні

частини міжвузлів стебла розпочинають своє подовження, переносячи точку росту над поверхнею ґрунту[37]. Головка також починає активно рости, хоча вона ще невелика, і її важко помітити через навколишні листові піхви. На етапі "завантаження" головка стає помітною всередині піхви прапорцевого листка.

Запилення у ячмені зазвичай відбувається безпосередньо перед або під час появи головки з черевика. Процес запилення розпочинається у центральній частині головки та прогресує до її кінчика та основи. Це відбувається за 6-7 тижнів після появи сходів. Оскільки утворення пилку чутливе до стресу, дефіцит води та високі температури в цей період можуть зменшити кількість утворюваних ядер, що може призвести до зниження врожайності[25]. Це можна зменшити шляхом ранньої посадки для завершення запилення та раннього наливання зерна до виникнення стресів пізнього сезону.

Після появи головок і запилення розпочинається формування ядер. Спочатку визначається довжина ядра ячменю ярого, а потім його ширина. Це може пояснити той факт, що "тонкий ячмінь", який розвивається в умовах стресу, часто має ту ж саму довжину, що й звичайне зерно, але при цьому вужчий.

У період розвитку ядра, відомого як стадія "водянистої стиглості" або "молочної", триває приблизно 10 днів. Ця фаза, хоча і не призводить до значного збільшення ваги ядра, має важливе значення, оскільки визначає кількість клітин, які в подальшому будуть використовуватися для накопичення крохмалю. Під час цього етапу подрібнені ядра спочатку формують водянисту речовину, яка згодом перетворюється на молочну. Ядра, які зберігають крохмаль та швидко ростуть, мають білу напівтверду консистенцію, відому як "м'яке тісто", і цей період зазвичай триває близько 10 днів після стадії молока.

Під час наближення ядра до зрілості і втрати води, його консистенція стає більш твердою, отримуючи назву "тверде тісто". При цьому ядро також втрачає зелений колір.

Коли вологість ядра зменшується до приблизно 30-40%, досягається фізіологічна зрілість, і воно припиняє накопичувати додаткові сухі речовини. Як показник фізіологічної зрілості, можна використовувати 100% втрату зеленого кольору луски та плодоніжки.

Хоча вологість зерна ще занадто висока для безпосереднього комбайнування, його можна валювати та валяти. Коли вологість зерна знизиться до 13-14%, зерно ячменю готове до комбайнування та обмолоту.

Важливість розгляду періоду «водянистої стиглості» або «молочної» полягає в тому, що, хоча ядра на цьому етапі не набувають значної ваги, вони визначають кількість клітин, які будуть використовуватися для зберігання крохмалю, що впливає на наступну фазу розвитку.

У процесі стиглості ядра, коли воно наближається до зрілості, починає втрачати вологу, що призводить до його твердішої консистенції, відомої як «тверде тісто». Такий етап важливий для утворення кінцевої консистенції ядра та втрати зеленого кольору.

Зниження вологості ядра до 30-40% визначає фізіологічну зрілість, коли воно припиняє накопичувати сухі речовини. Важливим показником цього етапу є 100% втрата зеленого кольору луски та плодоніжки.

Враховуючи, що вологість зерна ще занадто висока для безпосереднього комбайнування, його можна піддавати валюванню та валянню. Коли вологість зерна досягає 13-14%, це вказує на його готовність до комбайнування та подальшої обмолоти.

Оскільки фотосинтез є ключовим процесом, який забезпечує енергію для зростання та вироблення сухої речовини у рослин, важливо, щоб листя швидко формувалося та залишалося захищеним протягом всього вегетаційного періоду. У ранній стадії росту рослини, листові пластини виконують основну функцію фотосинтезу. Швидкість збільшення площі листя визначається температурою, але використання високих азотних добрив та оптимальних норм висіву може покращити цей процес. Ключовим елементом для досягнення максимального врожаю зерна є тривалість активного фотосинтезу

листя. Найбільша площа листя зазвичай досягається під час формування колоса, але зменшується під час росту зерна, коли збільшується потреба у фотосинтаті (продуктах фотосинтезу).

Під час відмирання нижніх листків, верхні листові пластини, чохла та головки стають ключовими джерелами для фотосинтезу, необхідного для формування зерна. Для максимального врожаю особливо важливі останні дві листові пластини та піхви, а також головка та остюки. Важливо враховувати обмежену здатність ячменю мобілізувати речовини, вироблені та збережені в період вегетації, якщо умови обмежують фотосинтетичну активність рослин.

Важливо враховувати, що фотосинтез, як ключовий процес, визначає не лише кількість, але й якість урожаю. Різноманітність кліматичних умов, особливостей ґрунтів та обраної агротехніки може впливати на оптимальні умови для фотосинтезу. Дослідження також вказують на те, що регулювання азотних добрив та норм висіву може бути важливим фактором для підвищення результативності фотосинтетичного процесу.

У контексті ефективності вирощування ячменю ярого важливо враховувати взаємозв'язок між фотосинтезом і формуванням врожаю. Оптимальний підбір сортів, доз азотних добрив, методів сівби та норм висіву може сприяти високій врожайності зерна. Також слід враховувати, що деякі сучасні сорти можуть виявляти більшу адаптивність до змін у середовищі, що може вплинути на їхню здатність до ефективного фотосинтезу в різних умовах вирощування.

### 3.2 Вплив норм висіву на показники структури продуктивності сортів ячменю ярого

Висівна норма для ячменю визначається різноманітністю чинників, таких як клімат та властивості ґрунту, методи сівби, а також особливості обраного сорту. Це питання стає важливим, оскільки норма висіву значно впливає на високоврожайність та якість зерна. У розріджених посівах, де пагони різних порядків кущіння дозрівають нерівномірно, може виникати

різниця в розмірах, масі та біохімічному складі зерна. Навпаки, в загущених посівах можуть утворюватися ненаповнені зерна з підвищеною плівчастістю.

Для сортів ячменю, що мають стійкість до вилягання та менший кущистий характер, рекомендується збільшити норму висіву на приблизно 0,5-1,0 мільйон насінин на 1 гектар. Зменшені норми висіву застосовуються також після вирощування культури на польоті після кращих попередників.

В ході наших досліджень була вивчена вплив норм висіву на урожайність ячменю ярого. Отримані результати підтверджують, що для середньостиглих сортів, таких як Геліос, і ранньостиглих, наприклад, Сталкер, оптимальна висівна норма при вузькорядному посіві становить 4,5 мільйони насінин на гектар. Високі середні урожайності досягали 3,6 та 3,37 тонн на гектар відповідно, що суттєво перевищує результати при нормах висіву 4 і 5 мільйонів проростаючих насінин на гектар. Врожайність різних сортів ярого ячменю зафіксована на низькому рівні при нормі висіву 3,5 мільйонів насінин на гектар, конкретно менше 3,22 тонн та 3,94 тонн на гектар відповідно.

Дотримання агротехнічних вимог сортової агротехніки в сільському господарстві визначено з метою підвищення врожайності та якості зерна. Широке впровадження оптимальних варіантів вимагає передбачення економічних показників та оцінки ефективності.

В ході дослідження в господарстві вивчалися особливості окремих елементів сортової агротехніки нових сортів ярого ячменю, зокрема методи сівби та норми висіву.

Збереження чи підвищення вимог сортової агротехніки, спрямованих на оптимальне використання ознак сорту, призводить до підвищення врожайності та поліпшення якості зерна при мінімальних додаткових витратах.

Оцінка економічної ефективності дослідження ґрунтується на фактичних даних бухгалтерської звітності та проведених протягом року аналітичних розрахунків, що відображають витрати, результати виробництва

та реалізації продукції. Рентабельність розраховувалася на основі фактичних цін реалізації за минулий рік.

Додатково, результати експерименту показали, що збільшення норми висіву до 4,5 мільйонів насінин на гектар при сівбі середньостиглого сорту Геліос з шириною міжряддями 7,5 сантиметрів призвело до підвищення умовного чистого прибутку. Максимальні значення умовного чистого прибутку в цьому випадку досягли від 12025,00 до 12895,00 гривень на гектар. Середні показники рентабельності на таких ділянках перевищили 120,7 відсотків, що є високим показником ефективності.

Деякі аспекти експерименту також підкреслили, що оптимальний вибір способу сівби та норми висіву суттєво впливає на врожайність та економічну продуктивність. Наприклад, вузькорядна сівба зі шириною міжряддями 7,5 сантиметрів виявилася більш вигідною, що забезпечило підвищення урожайності та покращення фінансових показників.

Важливою висновком також є те, що ефективність господарського виробництва у вирощуванні ячменю ярого може бути досягнута за умови використання сучасних сортів, оптимальної агротехніки та вивчення економічних аспектів для максимізації прибутковості.

У результаті розрахунків виявлено, що умовний чистий прибуток від посіву ячменю ярого сорту Сталкер з різною шириною міжрядь коливався від 9230,00 до 9908,50 гривень на гектар. Максимальні значення прибутку отримано в разі висіву 4,5 мільйонів однорідних насінин на гектар – 9908,50 гривень, тоді як найменші вартості спостерігалися при посіві з нормою 3,5 мільйонів насінин на гектар - 9230,00 гривень.

При сівбі сорту Геліос із міжряддями 7,5 сантиметрів умовний чистий прибуток знаходився в межах від 10540,50 до 11409,50 гривень на гектар. Вибір вузькорядного способу сівби призводив до підвищення прибутку на одиницю площі. Максимальне значення умовного чистого прибутку (11409,50 гривень на гектар) було отримано при висіванні 4,5 мільйонів схожих насінин на гектар.



Найкращі економічні показники вирощування ярого ячменю демонстрував сорт Геліос, при чому умовний чистий прибуток при посіві з різною шириною міжрядь коливався від 11041,00 до 12042,00 гривень на гектар. Максимальне значення прибутку (12423,00 гривень на гектар) було визначено в умовах висіву 4,5 мільйонів насінин на гектар, тоді як найменші вартості (11041,00 гривень на гектар) спостерігалися при висіві 3,5 мільйонів насінин на гектар.

Важливо відзначити, що розглядені різновиди ячменю ярого реагують на різні агротехнічні прийоми. Висівання оптимальної кількості насіння та вибір ширини міжрядь можуть впливати на урожайність та, отже, на умовний чистий прибуток. Також слід враховувати, що ефективність внесення мінеральних добрив може змінюватися в залежності від обраного сорту та агротехнічних параметрів вирощування.

Експерименти показали, що врахування таких аспектів, як оптимальна щільність висіву та ширина міжрядь, може значно покращити економічні показники вирощування ячменю ярого. При цьому, враховуючи умови вибору сорту, можна забезпечити оптимальне використання ресурсів та отримати максимальний умовний чистий прибуток.

Враховуючи шириною міжряддя 7,5 сантиметрів, висів ячменю ярого сорту Геліос вузькорядним способом дозволяє отримати умовний чистий прибуток у діапазоні від 12025,00 до 12895,00 гривень на гектар. Це представляє зростання прибутку порівняно з традиційним рядковим посівом. Максимальний прибуток виявлено при висіві 4,5 мільйонів схожих насінин на гектар. Зазначено, що вузькорядний спосіб посіву сприяє підвищенню рентабельності, зокрема до 120,7%, порівняно з іншими варіантами дослідження (116,0-118,3%).

Загалом, оптимальний висів насіння складає 4,5 мільйони насінин на гектар, забезпечуючи максимальну середню врожайність у 3,6 тонн на гектар, умовний чистий прибуток на рівні 12895,00 грн/га та мінімальну собівартість 2968,06 грн/т.

3.3 Досліджуючи урожайність сортів ячменю ярого, ми враховуємо велику кількість факторів, таких як ефективність різних методів обробітку ґрунту, варіації в дозах мінеральних добрив, а також різні режими висіву насіння.

Враховуючи ці аспекти, намагаємося визначити оптимальний синергетичний ефект для максимізації врожайності та ефективності вирощування ячменю.

Таблиця 3.2-Урожайність ячменю ярого залежно від норми мінеральних добрив

Доза добрив, кг га <sup>-1</sup> діючої речовини	Урожайність, т га <sup>-1</sup>			
	2018 рік	2019 рік	2020 рік	У середньому за 2018- 2020 рр
Без добрив	3,64	3,41	3,52	3,52
P 45 K 30	4,12	4,09	4,16	4,12
N 45	4,81	4,7	4,72	4,74
N 23 P 23 K 15	5,04	4,82	4,93	4,93
N 45 P 45 K 30	5,21	5,07	5,09	5,12
N 68 P 68 K 45	5,37	5,16	5,28	5,27
НІР 0,95	0,06	0,08	0,07	—

Використані в експерименті різні кількості мінеральних добрив сприяли збагаченню ґрунту легкопересувними формами елементів живлення, що позитивно позначилося на урожайності ячменю ярого. Вплив урожайності

зерна ячменю був визначений як результат взаємодії погодних умов вегетаційного періоду та виду, а також кількості внесених мінеральних добрив.

Склад та кількість внесених мінеральних добрив відігравали значну роль у формуванні врожаю. Наприклад, внесення лише фосфорно-калійних добрив (Р 45 К 30) призвело до збільшення урожайності зерна на 17%, що становить 0,6 тонні на гектар порівняно з контрольним варіантом. Додатково, ярий ячмінь показав позитивну реакцію на внесення азотних добрив (N 45) у формі аміачної селітри, забезпечивши приріст врожаю на рівні 34,7%, що дорівнює 1,22 тонні на гектар порівняно з контролем.

Доповнюючи отримані результати, можна зазначити, що виявлені зміни в урожайності зерна ячменю також корелюють з певними аспектами погодних умов, що визначали вегетаційний період. Азотні добрива в аміачній селітрі виявилися важливим елементом, забезпечивши вражаючий приріст врожаю на 34,7%, підкреслюючи їхню ключову роль у підтримці плодородності ґрунту та підвищенні врожайності.

Також слід відзначити, що взаємодія мінеральних добрив та системи захисту посівів значно вплинула на урожайність, знижуючи частку впливу років вегетації. Це свідчить про ефективність використання агротехнічних прийомів у покращенні умов вирощування ячменю та досягненні високої врожайності.

Дослідження також відображає, що внесення мінеральних добрив N 45 Р 45 К 30 приводить до певного ризику зниження урожайності, особливо при надмірних нормах. У той час як система захисту посівів виявилася дуже ефективною, призводячи до прямого підвищення врожайності.

Отримані результати графічно підтверджують важливість дотримання оптимальних доз добрив та вчасного застосування заходів захисту посівів. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до агротехнічних практик для досягнення максимальної ефективності вирощування ячменю ярого.

Враховуючи, що взаємодія між мінеральними добривами та системою захисту також має вплив, визначено, що ці фактори вносять значний внесок у регулювання врожайності. Аналіз показав, що зменшення впливу років вегетації на 10% за рахунок внесення добрив та захисту посівів свідчить про важливий аспект забезпечення стабільності врожайності в різні роки.

Отримане рівняння залежності врожайності ячменю від добрив та градації захисту посівів стає інструментом для прогнозування та оптимізації агротехнічних заходів у вирощуванні цієї культури.

У порівнянні з першим та третім етапами органогенезу, зміни в концентрації легкогідролізованого азоту в ґрунті на етапах від восьмого до дванадцятого органогенезу ячменю ярого свідчать про зниження на 14,7–25,2% (шар 0–20 см) та 9,0–17,1% (шар 20–40 см). Рухомий фосфор у 20–40 см шарі втратив від 21,8% до 37,4%, а обмінний калій зменшився на 21,9–26,3% та 17,4–21,1%, внаслідок інтенсивного використання елементів мінерального живлення для формування генеративних органів.

Статистичний аналіз результатів досліджень підтвердив пряму кореляційну залежність між рівнем урожайності та вмістом поживних речовин у ґрунті, підкріплену високими коефіцієнтами кореляції, такими як  $r = 0,90$  та  $r = 0,86$  для шарів 0–20 см та 20–40 см на третьому етапі органогенезу;  $r = 0,91$  і  $r = 0,68$  на восьмому етапі; і  $r = 0,91$  і  $r = 0,91$  на дванадцятому етапі відповідно.

Важливо відзначити, що результати дослідження щодо вмісту поживних речовин у ґрунті та їх впливу на врожайність ячменю ярого вказують на необхідність урахування особливостей органогенезу та оптимального внесення мінеральних добрив для забезпечення ефективного росту та розвитку рослин. Кореляційна залежність між поживними речовинами та урожайністю свідчить про важливість балансу між цими факторами для досягнення оптимальних показників вирощування ячменю в умовах досліджуваного регіону.

Середні та високі взаємозв'язки між рівнем урожайності та вмістом фосфору в ґрунті на різних глибинах були з'явилися в результаті дослідження. Коефіцієнти кореляції на різних етапах органогенезу вказують на значущий внесок фосфору у формування урожаю ячменю. Оцінка впливу добрив на якість ґрунту та врожайність включала двофакторний дисперсійний аналіз, який розглядав окремо рік, добрива та їх взаємодію.

Цікаво відзначити, що дослідження вказує на значущий вплив фосфору на урожайність ячменю, особливо на ранніх етапах росту. Заходи з внесення мінеральних добрив та системи захисту посівів суттєво впливають на формування якості та кількості врожаю. Такий підхід до аналізу дозволяє здобути глибше розуміння процесів, що відбуваються в агрокультурних системах, та розробляти оптимальні стратегії для досягнення високих показників урожайності.

Дисперсійний аналіз виявив, що ключовими факторами, що впливають на врожайність ячменю, є використані мінеральні добрива та система захисту рослин, при цьому їхні частки впливу становлять відповідно 41% та 35%.

Взаємодія цих факторів також була статистично підтверджена, але їхня спільна частка впливу складає 13%. Застосування мінеральних добрив та захисту посівів сприяло зниженню впливу років вегетації до 10%. Зазначимо, що завдяки цим агротехнічним заходам контроль урожайності досяг вражаючого рівня у 89.      Методом множинної регресії отримано рівняння, що описує залежність врожайності ячменю від внесених добрив та захисту

ПОСІВІВ.

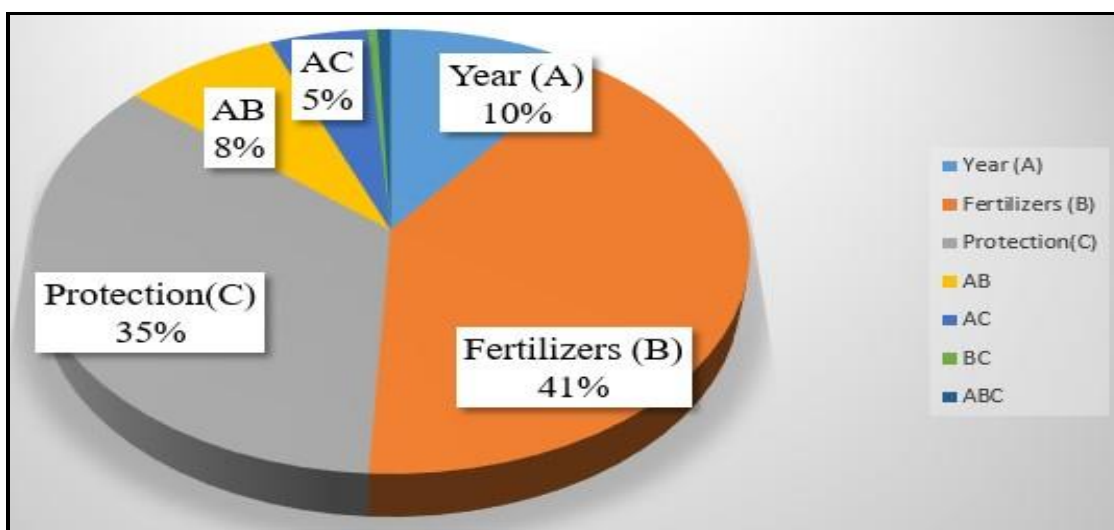


Рисунок 3.1- Вплив факторів вирощування на врожайність ячменю, відсотків

Графічне зображення на рис. 3.2 вказує на те, що введення добрив може впливати на врожайність, де надмірні дози можуть призвести до зниження, тоді як вдосконалення системи захисту посівів має прямий позитивний ефект, збільшуючи врожайність.

Згідно з результатами досліджень встановлено, що оптимальні умови для росту, розвитку та формування врожаю зерна ячменю ярого сорту "Святогор" формуються при використанні мінеральних добрив у дозах N 23 P 23 K 15; N 45 P 45 K 30; N 68 P 68 K 45 кг/га діючої речовини та застосуванні комплексного захисту посівів. Урожайність зерна ячменю зросла на 40,1%, 45,5%, та 49,7% відповідно, порівняно з контрольною групою.

Це дослідження підкреслює необхідність уважного врахування оптимальних доз мінеральних добрив та ефективної системи захисту для досягнення високих показників врожайності зерна ячменю ярого сорту «Святогор». Подальші вивчення можуть вдосконалити стратегії використання ресурсів та поліпшити стійкість посівів до неблагоприятних умов, сприяючи сталому і продуктивному сільському господарству.

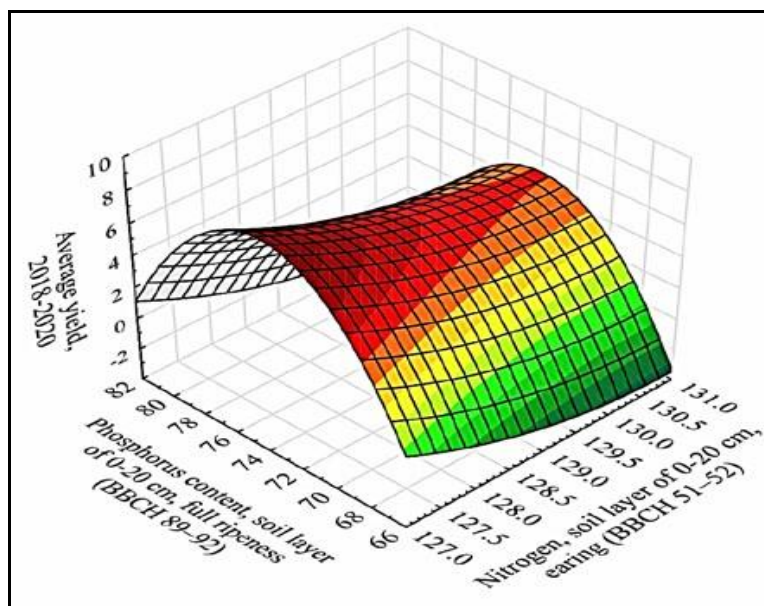


Рисунок 3.2- Залежність врожайності від варіанту удобрення та рівня захисту рослин

Азот у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) відіграє ключову роль у певний період, з сходів до колосіння (BBCH 01–52), що підтверджується високими коефіцієнтами кореляції ( $r = 0,86–0,82$ ). Проте ця взаємозалежність між вмістом поживних речовин у ґрунті та врожайністю залишається значущою на протязі всього цього періоду. На сучасному етапі інтенсифікації виробництва зерна ячменю оптимальна оптимізація живлення посівів ще не досягнута, що вказує на необхідність подальших досліджень та удосконалення сільськогосподарських практик.

Висновки нашого дослідження відповідають результатам інших наукових досліджень, які підтверджують, що внесення лише фосфорних і калійних добрив у дозі 60 і 30 кг діючої речовини на гектар не призводить до підвищення врожайності ячменю, і ключову роль в цьому грає азот. Використання добрива N 60 P 60 K 30 призводить до максимального зростання врожаю на 32-50%, тоді як систематичне внесення мінеральних добрив у однакових дозах може збільшити врожай до 54%.

При наявності достатнього вмісту фосфору і калію у ґрунті можна обходитися лише азотними добривами. Наприклад, у вивченні вченого Келіка

про вплив різних доз азоту виявлено, що ефективність 33% NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> в дозах від N 50 до N 200 при вирощуванні 10 сортів ячменю. Кожен вид має свою оптимальну дозу, яка може змінюватися в залежності від екологічних умов території. Таким чином, використання нітратних добрив N100 для деяких сортів і N150 для інших може призвести до збільшення врожаю в 1,85-2 рази.

Деякі дослідники стверджують, що збільшення врожайності може складати 25-30%, що узгоджується із нашими власними результатами.

Отже, можна відзначити, що внесення мінеральних добрив у рекомендованих дозах відповідно до N45 P45 K30 і N68 P68 K45 кг га<sup>-1</sup> діючої речовини викликало підвищення рівня азоту у рослинах на етапі органогенезу (кущення, ВВСН 28-29). Використання доз N23 P23 K15 і P45 K30, а також варіант без удобрень, не значно впливало на азотне забезпечення ґрунту в порівнянні з моментом сівби. Було встановлено, що на всіх удобрених ділянках, крім контрольної, у рослин ячменю ярого протягом вегетації не виявлялося зовнішніх ознак дефіциту фосфору та калію, що свідчить про адекватне забезпечення ґрунту цими елементами мінерального живлення.

Максимальний врожай ярого ячменю у розмірі 5,27 т га<sup>-1</sup> був досягнутий за умов використання добрив у кількості N68 P68 K45 кг га<sup>-1</sup> та вчасного проведення заходів з захисту посівів від шкідників, хвороб і бур'янів. Зменшення доз добрив до рівнів N45 P45 K30 і N23 P23 K15 викликало відповідно зниження урожайності зерна на 2,8% і 6,5%.

Також досліджено вплив систем основної обробки світло-каштанового ґрунту на врожайність ячменю сортів Сталкер та Геліос.

Таблиця 3.3 – Вплив систем основної обробки світло-каштанового ґрунту на врожайність ячменю сортів Сталкер і Геліос 0,8 т/га

Сорт / Variete	Обробка	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середнє
Сталкер	Оранка плугом (контроль)	1,9	3,1	2,5	2,5
	Чизельна «РАНЧО»	2,2	3,4	2,9	2,8



	Чизельна «Роба»	1,9	3,3	2,7	2,7
	Дискова	1,2	2,8	2,3	2,1
Геліос	Оранка плугом (контроль)	2,1	3,3	2,8	2,7
	Чизельна «РАНЧО»	2,5	3,6	3,2	3,1
	Чизельна «Роба»	2,2	3,5	3,1	2,9
	Дискова	1,5	3,0	2,6	2,4
	НСР 05 А	0,1	0,1	0,1	-
	НСР 05 В	0,1	0,1	0,2	-
	НСР 05 АВ	0,1	0,1	0,1	-

Серед обидвох аналізованих сортів ярого ячменю, протягом всього періоду досліджень і на різних варіантах обробки ґрунту, сорт Геліос вирізнявся вищою врожайністю, порівняно з сортом Сталкер, в середньому на 0,23-0,25 т/га. Таким чином, результати дослідження щодо вдосконалення систем основного обробки ґрунту для різних сортів ярого ячменю в умовах сільськогосподарського господарства на території Київської області підтверджують, що оптимальним варіантом в агротехнічному плані є використання чизельної обробки з використанням робочих органів Ранчо, оброблення пласта на глибину 15 сантиметрів та розпушування 35 сантиметрів.

## ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було виявлено:

1. Застосування мінеральних добрив у таких дозах, як N45 N45 P45 K30 і N68 P68 K45 кг га-1 діючої речовини, підвищувало рівень азоту у рослинах на етапі органогенезу (кущення, ВВСН 28-29). Використання N23 P23 K15 і P45 K30, а також варіант без удобрень, значно не змінювало азотопостачання ґрунту порівняно з періодом сівби. Крім контрольної ділянки, у рослин ячменю ярого протягом вегетації не було зовнішніх проявів дефіциту фосфору та калію, що свідчить про достатню їхню наявність у ґрунті.

2. Методи вдосконалення обробітку ґрунту для різних сортів ярого ячменю в аграрних умовах Київської області підтвердили, що оптимальним варіантом в агротехнічному плані є чизельна обробка, яка виконується робочими органами Ранчо з обігом пласта на глибину 15 сантиметрів та розпушуванням 35 сантиметрів.

Висновок також підкреслює важливість ретельного контролю за рівнем мінерального живлення рослин, особливо азотом, на ключових етапах їх розвитку. Дослідження демонструє, що правильно підібрані дози мінеральних добрив сприяють оптимальному росту та розвитку рослин ячменю ярого. Додатково, варто враховувати, що забезпеченість фосфором та калієм також відіграє ключову роль у формуванні високоякісного врожаю та підтриманні стабільної продуктивності ґрунту. Ці висновки підкреслюють важливість раціонального використання мінеральних ресурсів для досягнення оптимальних результатів в сільському господарстві.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У процесі вирощування ячменю ярого на північних територіях України, для досягнення високої урожайності на рівні 4 т/га та вище, із збереженням високих якісних показників та рентабельності в межах 85-95%, рекомендується проводити позакореневі підживлення біопрепаратами тричі протягом вегетації. Це важливий етап, який дозволяє оптимізувати розвиток рослин та максимізувати їх врожай.

Для сорту «Сталкер» рекомендується використовувати біопрепарат «Фреш Флорід» (норма внесення – 300 г/га) чи природний мікробний комплекс «Ескорт-біо» (норма внесення – 500 г/га) на етапах кушення, виходу в трубку і початку колосіння.

Для сорту «Геліос» рекомендується використовувати біопрепарат «Фреш Флорід» (300 г/га) чи «Органік Д2-М» (літр/га) на тих самих етапах з використанням робочого розчину в кількості 200 літрів на гектар.

Ці заходи сприятимуть оптимальному зростанню та формуванню високоякісного врожаю ячменю, забезпечуючи стійкість рослин до негативних факторів та підвищуючи ефективність вирощування.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1.Мазур В. А. та ін. (2017). Новітні агротехнології в рослинництві: Навч. Вінниця . <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/13118.pdf>.
- 2.Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Колісник О. М. (2008). Продуктивність сортів ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу України. Колекція з науковий працює ВДАУ . Випуск 35.
- 3.Лінчевський А.А. (2012). Сорти ячменю, проблеми виробництва та шляхи їх вирішення в сучасних умовах. Інструкція з в українська фермер . VOL. 2.
- 4.Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоношко М. А. (2001). Рослинництво: Навч. За редакцією О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта. 591 р . <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/620>.
- 5.Коваленко О.А. (2021). Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур на Півдні України: д.с.-г.: 06.01.09 / Коваленко Олег Анатолійович – Херсон. 592 с.
- 6.Коваленко О. А. (2022). Ярий ячмінь: екологізація та економічні показники вирощування: Наукова монографія. «Сучасні аспекти наукових досліджень у контексті модернізації біологічної та природничої освіти». Рига , Латвія : « Балтія Видавництво ». <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-257-9-5>.
7. Коваленко О. А., Федорчук М. І. Вплив способів посіву і норми висіву насіння на урожайність сортів ярого ячменю в умови ННПЦ МНАУ. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». 3 с.
- 8.Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. (2005). Київ : Дія .
- 9.Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. В. (2008). Дисперсійний і кореляційний аналіз у сільському господарстві та рослинництві: Навч. Херсон : Айлант .

10. Ушкаренко В. О. та ін. (2013). Статистичний аналіз результатів польових дослідів у сільському господарстві. Херсон : Айлант .
11. Саблук П. Т., Мельников Ю. Ф., Зубець М. В., Месель-Веселяк В. Й. (2008). Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. Київ. том. 1.
12. Agegnehu G, Nelson PN, Bird MI. Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil Tillage Res*,2016;160(6):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.003>
13. Yan M, Pan G, Lavallee JM, Conant RT. Rethinking sources of nitrogen to cereal crops. *Glob Change Biol*,2019;00:1-9. <https://doi.org/10.1111/gcb.14908>
14. Erisman JW, Galloway JN, Seitzinger S et al. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Phil Trans R Soc B*,2013;368:20130165
15. Roberts TL, Johnston AE. Phosphorus use efficiency and management in agriculture. *Resour Conserv Recycl*,2015;105:275-281
16. Horobets M, Chaika T, Korotkova I et al. Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare*L.) crops. *Int J Botany Stud*,2021;6(2):340-345.
17. Goñi O, Łangowski Ł, Feeney E et al. Reducing Nitrogen Input in Barley Crops While Maintaining Yields Using an Engineered Biostimulant Derived From *Ascophyllum nodosum* to Enhance Nitrogen Use Efficiency. *Front Plant Sci*,2021;12:664682. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.664682>
18. Li S-X, Wang Z-H, Miao YF, Li SQ. Soil Organic Nitrogen and Its Contribution to Crop Production. *J Integr Agric*,2014;13(10):2061-2080
19. Hachiya T, Sakakibara H. Interactions between nitrate and ammonium in their uptake, allocation, assimilation, and signaling in plants. *J Exp Bot*,2017;68(10):2501-2512. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw449>
20. Gutiérrez RA. Systems biology for enhanced plant nitrogen nutrition. *Science*,2012;336:1673-1675

30. Plett DC, Ranathunge K, Melino VJ et al. The intersection of nitrogen nutrition and water use in plants: new paths toward improved crop productivity. *J Exp Bot*,2020:71:4452-4468
31. Osuna D, Prieto P, Aguilar M. Control of seed germination and plant development by carbon and nitrogen availability. *Front Plant Sci*,2015:6:1023
32. Vidal EA, Alvarez JA, Araus V et al. Nitrate in: Thirty Years from Transport to Signaling Networks. Review. *Plant Cell*,2020:32(7):2094-2119. <https://doi.org/10.1105/tpc.19.00748>
33. Lin YL, Tsay YF. Influence of differing nitrate and nitrogen availability on flowering control in Arabidopsis. *J Exp Bot*,2017:68:2603-2609
34. Araus V, Swift J, Alvarez JM et al. A balancing act: how plants integrate nitrogen and water signals. *J Exp Bot*,2020:71:4442-4451
35. Jia Z, Von Wirén N. Signaling pathways underlying nitrogendependent changes in root system architecture: from model to crop species. *J Exp Bot*,2020:71:4393-4404
36. Luo L, Zhang Y, Xu G. How does nitrogen shape plant architecture? *J Exp Bot*,2020:71:4415-4427
37. Campos P, Borie F, Cornejo P et al. Phosphorus Acquisition Efficiency Related to Root Traits: Is Mycorrhizal Symbiosis a Key Factor to Wheat and Barley Cropping? *Front Plant Sci*,2018:9:752. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00752>
38. Valkama E, Uusitalo R, Turtola E. Yield response models to phosphorus application: a research synthesis of Finnish field trials to optimize fertilizer P use of cereals. *Nutr Cycl Agroecosyst*,2011:91:1-15. <https://doi.org/10.1007/s10705-011-9434-4>
39. Cadot S, Bélanger G, Ziadi N et al. Critical plant and soil phosphorus for wheat, maize, and rapeseed after 44 years of P fertilization. *Nutr Cycl Agroecosyst*,2018:112:417-433. <https://doi.org/10.1007/s10705-018-9956-0>

40. Usherwood NR, Segars WI. Nitrogen interactions with phosphorus and potassium for optimum crop yield, nitrogen use effectiveness and environmental stewardship. *Sci. World*,2001:1:57-60

41. Rutkowska A, Skowron P. Productive and Environmental Consequences of Sixteen Years of Unbalanced Fertilization with Nitrogen and Phosphorus - Trials in Poland with Oilseed Rape, Wheat, Maize and Barley. *Agronomy*,2020:10:1747.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy10111747>

42. Malik AH, Holm L, Johansson E. Soil and starter fertilizer and its effect on yield and protein composition of malting barley. *J Soil Sci Plant Nutr*,2012:12(4):835-849 <http://doi.org/10.4067/S0718-95162012005000036>

43. Smurov SI, Ermolaev SN, Naumkin VN et al. Agrotechnical methods for increasing yield and grain quality of spring barley in the Central Black Earth region. *Eurasia J Biosci*,2020:14:1523-1529.

44. Agegnehu G, Lakew B, Nelson PN. Cropping sequence and nitrogen fertilizer effects on the productivity and quality of malting barley and soil fertility in the Ethiopian highlands. *Arch Agron Soil Sci*,2014:60(9):1261-1275. <http://doi.org/10.1080/03650340.2014.881474>

45. O'Donovan JT, Anbessa Y, Grant CA et al. Relative responses of new malting barley cultivars to increasing nitrogen rates in western Canada. *Can J Plant Sci*,2015:95:831839. <http://dx.doi.org/10.4141/CJPS-2014-415>

46. Woldesenbet M, Tana T, Singh TN, Mekonnen T. Effect of Integrated Nutrient Management on Yield and Yield Components of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Kaffa Zone, Southwestern Ethiopia. *Sci Technol Arts Res J*,2014:3(2):34-42. <http://dx.doi.org/10.4314/star.v3i2.5>

47. Tadesse K, Mekonnen A, Admasu A et al. Malting barley response to integrated organic and mineral nutrient sources in Nitisol. *Int J Recycl Org Waste Agricult*,2018:7:125-134. <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0198-6>

48. Ahmad T, Khan R, Khattak TN. Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. *J Plant Nutr*, 2018.

<https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1527932>

49. De Oliveira KS, Mendes MC, Ilibrante GA et al. Export of N, P and K in barley subjected to fertilizer doses formulated with and without humic substance at sowing. *Acta Sci Agron*,2019;41:e42690.

<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.42690>

50. Sanina NV. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems. *BIO Web of Conferences*,2020;27:00049. FIES 2020.

<https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700049>