

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допустити до захисту»
Зав. кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
доцент Мицик О.О.

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Оптимізація системи удобрення пшениці озимої в умовах товариства з
обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району
Дніпропетровської області**

Здобувач _____ Антон КУШНІР

Керівник кваліфікаційної роботи
доцент _____ Володимир КОЗЕЧКО

Дніпро 2025 р.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет – агрономічний
Спеціальність – 201 „Агрономія”
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Затверджую»

Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
доцент Мицик О.О.

« 15 » вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу другого (магістерського)
рівня вищої освіти

Антон КУШНІР

1. Тема роботи: «Оптимізація системи удобрення пшениці озимої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області»

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи:

- с.-г. підприємство – товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області;
- сільськогосподарська культура – пшениця озима.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити):

У розрахунково-пояснювальній записці необхідно послідовно розкрити методiku проведення досліджень, охарактеризувавши принципи, умови та порядок виконання експериментальних робіт. Після цього слід здійснити порівняльний аналіз отриманої врожайності пшениці озимої та провести детальну оцінку досліджуваних технологічних елементів. Завершальним етапом має бути формування узагальнених висновків на підставі проведених розрахунків та аналітичних матеріалів, а також розроблення практичних рекомендацій для виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- таблиці характеристики ґрунту з основними показниками родючості, структура посівних площ у господарстві;
- аналіз виробничого травматизму у господарстві;
- таблиця економічної ефективності вирощування пшениця озима.

6. Дата видачі завдання: 15 вересня 2024 року

Керівник

кваліфікаційно роботи _____

Володимир КОЗЕЧКО

Завдання прийняв

до виконання _____

Антон КУШНІР

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	01.04.2025 – 30.04.2025	виконано
2.	РОЗДІЛ 2. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	01.05.2025 – 30.06.2025	виконано
3.	РОЗДІЛ 3-4. Методика та результати проведення досліджень	15.10.2025. – 30.10.2025	виконано
4.	РОЗДІЛ 5. Економічна оцінка	15.10.2025. – 30.10.2025	виконано
5.	РОЗДІЛ 6. Охорона праці	15.11.2025. – 24.11.2025	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	06.12.2025	виконано

Керівник

кваліфікаційно роботи _____

Володимир КОЗЕЧКО

Завдання прийняв

до виконання _____

Антон КУШНІР

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Об'єкт і предмет досліджень	26
2.2 Умови проведення досліджень	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	56
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	67

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: Оптимізація системи удобрення пшениці озимої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області

Об'єкт дослідження – рослини пшениці озимої, удобрення, врожайність залежно від рівня мінерального живлення у виробничих умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020».

Предмет дослідження – продуктивність та якісні показники пшениці озимої залежно від рівня мінерального живлення та системи удобрення.

Методи дослідження. У роботі застосовувались загальноприйняті методи польових, лабораторних і статистичних досліджень у рослинництві, включаючи фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, визначення хімічного складу зерна відповідно до ДСТУ, а також математично-статистичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок. Отримані результати інтерпретували з урахуванням погодних умов та агротехнічних факторів.

Встановлено, найвищу економічну ефективність забезпечує комбіноване використання НРК та стимулятора БЛЕК-ДЖЕК, що проявляється у формуванні найвищої врожайності, а також максимального рівня прибутку та рентабельності. Застосування лише добрив або лише стимуляторів забезпечує помітно нижчий економічний ефект, але суттєво переважає контрольний варіант.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків і пропозицій для виробництва, а також переліку використаних джерел. Загальний обсяг становить 70 сторінок комп'ютерного тексту, який містить 14 таблиць і 5 рисунків. Бібліографічний список охоплює 47 найменування літературних джерел.

Ключові слова: ТОВ «НІКА АГРО 2020», пшениця озима, удобрення, урожайність, економічна ефективність.

ВСТУП

Актуальність теми. Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з ключових зернових культур України, що забезпечує продовольчу безпеку держави, формує значну частку експортного потенціалу та відіграє важливу роль у стабільності аграрної економіки. В умовах зростання конкуренції на світовому ринку зерна, підвищення вимог до якості продукції та необхідності зниження собівартості її виробництва першочергового значення набуває оптимізація технології вирощування, зокрема системи удобрення. Рівень мінерального живлення істотно впливає на інтенсивність ростових процесів, формування кореневої системи, продуктивного стеблостою, стійкість рослин до абіотичних стресів та якісні показники зерна. У кліматичних умовах Дніпропетровської області, які характеризуються недостатнім зволоженням, високими температурами влітку та значними добовими коливаннями, особливо важливим є встановлення оптимальних норм і строків внесення добрив, що забезпечуватимуть стабільно високі показники урожайності та якості зерна пшениці озимої.

Проблема ефективного використання мінеральних добрив у вирощуванні пшениці озимої для ТОВ «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району є надзвичайно актуальною. Правильно сформована система удобрення дозволяє раціонально використовувати родючість ґрунтів, зменшити витрати на виробництво, підвищити рентабельність вирощування, покращити якісні показники продукції та забезпечити стабільність виробництва навіть у складних погодних умовах Степу. Тому питання оптимізації живлення пшениці озимої є стратегічно важливим для підвищення ефективності роботи підприємства.

Стан вивченості проблеми. Питання впливу мінерального живлення на продуктивність пшениці озимої широко висвітлене у працях вітчизняних та зарубіжних учених. Дослідження свідчать, що збалансоване внесення азотних, фосфорних і калійних добрив забезпечує збільшення продуктивного стеблостою,

підвищення маси 1000 зерен, вмісту білка та клейковини. Наукові роботи доводять, що оптимізація живлення дозволяє компенсувати нестачу поживних речовин у ґрунті, особливо в умовах інтенсивного землеробства. Проте більшість досліджень зосереджена на аналізі загальних норм внесення добрив, у той час як проблема встановлення оптимальних доз та способів удобрення для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, зокрема для Степу Дніпропетровщини, потребує подальшого вивчення. Особливо актуальним є визначення ефективності різних рівнів азотного живлення, його взаємодії з фосфорно-калійним фоном та впливу на формування урожаю у виробничих умовах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дане дослідження є складовою частиною науково-дослідної роботи випускової кафедри Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, спрямованої на підвищення врожайності зернових культур в умовах різних агрокліматичних зон України. Тема дипломної роботи узгоджена з напрямками досліджень університету та спрямована на розробку науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення системи удобрення пшениці озимої в умовах виробництва ТОВ «НІКА АГРО 2020».

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є дослідження впливу різних рівнів мінерального живлення на продуктивність пшениці озимої та визначення оптимальних норм удобрення для умов ТОВ «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Для досягнення мети передбачено виконання таких завдань:

- провести характеристику ґрунтово-кліматичних умов вирощування пшениці озимої у господарстві;
- дослідити вплив різних норм та співвідношень мінеральних добрив на ріст, розвиток і продуктивність рослин;
- визначити зміни структури врожаю та його якісних показників залежно від рівня живлення;
- оцінити економічну ефективність застосування різних систем удобрення;

– сформувані практичні рекомендації щодо оптимізації удобрення пшениці озимої в умовах Степу.

Об’єкт дослідження – рослини пшениці озимої, удобрення, врожайність залежно від рівня мінерального живлення у виробничих умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020».

Предмет дослідження – продуктивність та якісні показники пшениці озимої залежно від рівня мінерального живлення та системи удобрення.

Методи дослідження. У роботі застосовувались загальноприйняті методи польових, лабораторних і статистичних досліджень у рослинництві, включаючи фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, визначення хімічного складу зерна відповідно до ДСТУ, а також математично-статистичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок. Отримані результати інтерпретували з урахуванням погодних умов та агротехнічних факторів.

Наукова новизна полягає у встановленні ефективності різних доз мінеральних добрив для умов Степу Дніпропетровської області та розробці обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації живлення пшениці озимої у виробничих умовах підприємства.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх застосування у господарстві ТОВ «НІКА АГРО 2020» для підвищення урожайності, покращення якості зерна та зростання економічної ефективності виробництва за рахунок оптимізації системи удобрення.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Озима пшениця є однією з найпоширеніших злакових культур у світовому землеробстві та належить до роду *Triticum*, родини тонконогових. Її ареал вирощування охоплює території з помірним кліматом обох півкуль, де поєднання температури та вологозабезпечення створює умови для стабільного росту та розвитку культури. Проте географія її поширення значною мірою визначається біологічними особливостями, насамперед холодостійкістю і здатністю рослин адаптуватися до екстремальних зимових умов. Саме тому озиму пшеницю традиційно вирощують у зонах, де зимові температури залишаються прийнятними для перезимівлі рослин за умови належного загартування восени [1-3].

Проростання насіння може відбуватися вже за дуже низьких температур, оскільки початок цього процесу фіксується при прогріванні ґрунту до +2...+3 °С. Проте найбільш інтенсивне та рівномірне проростання забезпечується у ширшому діапазоні – приблизно від +10 до +18 °С. Наступні етапи розвитку культури, зокрема осіннє кущіння, тісно пов'язані з температурним режимом. Для формування повноцінної кореневої системи та 3–4 пагонів, із якими рослина входить у зимовий період, необхідна сума активних температур близько 280–340 °С. Саме такі рослини характеризуються максимальною зимостійкістю, оскільки встигають пройти повний цикл загартування.

Здатність пшениці до витримування низьких температур також визначається біологічним станом рослин. Перерослі або погано загартовані упродовж осені посіви значно гірше реагують на стресові умови зими. Такі рослини можуть пошкоджуватися навіть при відносно незначних морозах у межах –7...–9 °С, у той час як добре загартовані сорти здатні витримувати зниження температури у вузлі кущіння до –18...–21 °С. За наявності стійкого снігового покриву, який виконує функцію природного теплоізолятора, допустимі межі морозостійкості рослин можуть бути ще нижчими, оскільки температура на рівні вузла кущіння знижується повільніше [4].

Фази припинення і відновлення вегетації також тісно пов'язані з термічним режимом. Процеси осіннього загартування зупиняються, коли середньодобова температура знижується до близько $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а весняне відновлення вегетації відбувається, коли повітря стабілізується в межах $+4\dots+6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Варто зазначити, що саме характер переходу між цими фазами значною мірою визначає, наскільки успішно рослини виходитимуть із зимівлі.

Подальший розвиток рослин у весняно-літній період залежить від температури та вологості ґрунту. Найсприятливішими для росту вважаються температури у межах $+19\dots+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. При підвищенні температури понад $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ інтенсивність життєвих процесів різко знижується, а рівень стресу зростає, але реакція рослин за таких умов визначається запасами вологи у ґрунтовому профілі. Якщо вміст вологи достатній, культура здатна підтримувати ріст, тоді як за тривалої засухи висока температура негативно впливає на формування колосу та налив зерна [5, 25].

Забезпеченість вологою є одним із визначальних факторів, який суттєво впливає на інтенсивність ростових процесів та формування продуктивності озимої пшениці. На відміну від теплових умов, до яких культура може адаптуватися в доволі широкому діапазоні, її потреба у воді є значно вищою і більш критичною протягом усього періоду вегетації. Особливо високою є потреба у волозі на початкових етапах розвитку, коли насіння набухає і формує корінь, а також у фазах виходу в трубку, колосіння та наливу зерна. У ці періоди рослини демонструють максимальну чутливість до дефіциту води, і для їхнього нормального функціонування вологість ґрунту має підтримуватися на рівні приблизно 70–85 % від повної польової вологоємності. Важливою для формування потужного стеблостою є весняна волога: достатнє зволоження після відновлення весняної вегетації сприяє інтенсивному наростанню листової маси, розвитку вузлів кушіння та формуванню продуктивних пагонів. До моменту появи колосу рослини поглинають майже три чверті (приблизно 65–72 %) загального обсягу води, необхідної протягом усього сезону [6-9].

Проте як нестача, так і надмірна кількість води чинять негативний вплив на хід ростових процесів. Осіннє перезволоження знижує здатність рослин до загартування, роблячи їх чутливішими до морозів. Надлишок вологи навесні або на початку літа підвищує ризик вилягання посівів, особливо на високотехнологічних загущених полях. Під час наливу зерна перезволоження створює сприятливі умови для розвитку збудників грибних хвороб, що погіршує якісні показники врожаю та зменшує натуру зерна.

Щодо світлового режиму, то сонячна радіація в Україні зазвичай не є фактором, що обмежує врожайність озимої пшениці. Культура достатньо ефективно використовує природне освітлення для фотосинтезу, однак на окремих етапах розвитку світло може мати опосередкований вплив. Зокрема, інтенсивніше освітлення в період виходу в трубку підвищує механічну міцність тканин стебла, завдяки чому підвищується стійкість рослин до вилягання. Натомість у загущених, затінених посівах або на полях із підвищеною вологістю ризику вилягання значно зростають, що в подальшому ускладнює збирання та підвищує втрати врожаю [10].

Важливими для росту й розвитку рослин є також властивості ґрунтового середовища. Пшениця озима найкраще росте на ґрунтах із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, добре структурованих суглинках із середнім або високим вмістом гумусу. Найбільш сприятливими для формування високих урожаїв вважаються чорноземи різних типів, особливо звичайні та типові, але не меншу продуктивність культура демонструє і на темно-каштанових, дерново-карбонатних, темно-сірих опідзолених і сірих лісових ґрунтах. За умови високого рівня окультурення навіть ґрунти із відносно низькою природною родючістю здатні забезпечити добрий урожай озимої пшениці, якщо система удобрення та обробітку ґрунту є науково обґрунтованою [11-13].

Вирощування озимої пшениці тісно пов'язане з природно-кліматичними умовами, тому найбільш сприятливими зонами для її культивування традиційно залишаються регіони помірного клімату, зокрема степові та лісостепові райони, а також окремі території субтропічного поясу, де поєднання температури,

тривалості вегетаційного періоду та зволоження дозволяє культурі повністю реалізувати генетичний потенціал урожайності. Значна частина світового виробництва припадає саме на ці зони, оскільки вони формують оптимальні умови для стійкого розвитку посівів озимих зернових.

Упродовж останніх років обсяги світового виробництва пшениці демонструють тенденцію до поступового збільшення. Так, у 2023/24 маркетинговому році у глобальному масштабі було отримано близько 780 млн тонн зерна, а вже у 2024/25 сезоні цей показник зріс до приблизно 788 млн тонн. За прогнозами аналітичних центрів, на 2025/264 рік очікується подальше нарощування валового виробництва до рівня майже 790–792 млн тонн. Така динаміка вказує на стабільне зростання попиту, оскільки світове споживання зерна практично дорівнює його виробництву, формуючи баланс, у якому навіть відносно невеликі коливання впливають на ринок [14].

Провідними виробниками пшениці у світі залишаються Китай та Індія, які разом формують значну частину загальносвітового врожаю, а також США, Австралія, Канада та держави Європейського Союзу, серед яких особливо виділяються Франція та Німеччина. Ці країни мають високий рівень технологізації виробництва, сучасні системи удобрення та інтенсивні сорти, що дозволяє забезпечувати стабільно високі показники урожайності [27].

Україна традиційно входить до десятки найбільших виробників пшениці у світі. Проте у сезоні 2023/24 її позиції дещо змістилися: країна опустилася з 7-го на 10-те місце, повернувшись на рівень показників 2015/16 року. Загальне виробництво зменшилося приблизно на 35–38 %, що пояснюється обмеженням площ та впливом воєнних дій на технологічні процеси. Урожайність у той же період знизилася в середньому з 4,4–4,5 т/га до близько 3,9–4,0 т/га. Попри це, збереження присутності України у світовому рейтингу у ТОП-10 слід розглядати як значне досягнення, враховуючи складні умови, у яких працюють аграрні підприємства [15-17].

Завдяки активному впровадженню високопродуктивних сортів і вдосконаленню технологій вирощування, включаючи модернізацію систем

удобрення та захисту, Україна продовжує відігравати суттєву роль на світовому ринку. Особливо помітною є її участь в експорті. У 2023/24 маркетинговому році експорт озимої та ярої пшениці сумарно становив близько 15 млн тонн, що дозволило країні посісти 6-те місце у світі, випередивши Німеччину, Туреччину, Аргентину та низку інших держав.

У сукупності ці показники демонструють не лише важливість озимої пшениці для глобальної продовольчої системи, а й стратегічну роль України у забезпеченні світового ринку зерном, навіть у надзвичайно складних соціально-економічних обставинах [18].

Озима пшениця характеризується високою інтенсивністю поглинання поживних речовин, а тому за формування біологічного врожаю вона виносить значні кількості елементів живлення. Найбільше з ґрунту вилучається азот, дещо менше – фосфор, тоді як основна частка калію зосереджена у соломі та інших нетоварних залишках. За узагальненими даними, співвідношення виносу азоту, фосфору і калію у середньому становить близько 2,6–2,8 : 1 : 1,8–2,0, що відображає біологічні потреби рослини на різних етапах її розвитку. Для формування 1 тонни зерна озима пшениця поглинає приблизно 27–38 кг азоту, 10–14 кг фосфору, 19–26 кг калію, а також певну кількість вторинних елементів живлення – близько 4–6 кг кальцію, 3–4,5 кг магнію, 3–4 кг сірки. Не менш важливою є роль мікроелементів, серед яких залізо, марганець, цинк, мідь, бор і молібден виконують ключові функції у фотосинтетичному апараті та процесах синтезу білка [19-23].

Найвищу потребу рослини озимої пшениці проявляють в азотному живленні, оскільки цей елемент входить до складу білків, ферментів, хлорофілу та великої кількості фізіологічно активних сполук. Саме азот формує потенціал урожайності, впливаючи на ріст пагонів, інтенсивність куштиння, довжину колосу, кількість зернин та рівень врожайності загалом. Крім того, він визначає якісні параметри майбутнього зерна – вміст сирого протеїну, клейковини та показники природної маси. Поглинання азоту значно активізується після весняного відновлення вегетації, коли формується основна частина органічної маси рослин.

У науковій літературі існують різні точки зору щодо періоду, у який рослини найбільше потребують азоту. Одні дослідники стверджують, що максимальна потреба припадає на інтенсивний ріст стебла та фазу виходу в трубку, інші зазначають, що вирішальним етапом є період формування генеративних органів – від початку колосіння до наливу зерна. Відповідно, система підживлення має бути адаптована до цих критичних фаз, що дозволяє рослинам ефективно засвоювати елемент і запобігати його дефіциту.

Практика свідчить, що озима пшениця характеризується високою віддачею на підживлення азотними добривами. У багатьох ґрунтово-кліматичних зонах, включаючи регіони Степу та Лісостепу, проведення ранньовесняного або прикореневого внесення азоту забезпечує істотне підвищення урожайності. У зоні Північного Степу приріст врожаю внаслідок таких підживлень становив у середньому 0,5–0,6 т/га, причому найвища окупність добрив спостерігалася саме в роки із несприятливими метеорологічними умовами – недостатнім зволоженням або різкими коливаннями температури. Це свідчить про те, що азотне живлення відіграє компенсаторну роль, зменшуючи негативні наслідки стресових умов [1, 24].

Потреба озимої пшениці у фосфорі значно нижча, ніж в азоті, однак роль цього елемента у життєдіяльності рослин є надзвичайно важливою, оскільки він бере участь практично в усіх енергетичних процесах – від фотосинтезу до дихання і синтезу органічних сполук. Фосфор відіграє провідну роль у забезпеченні транспорту енергії в клітинах, формуванні кореневої системи, запуску ростових процесів і нормалізації поглинання азоту, підвищуючи його ефективність. Рослина починає відчувати потребу у фосфорі вже на самому початку онтогенезу – у момент проростання насіння, коли формуються перші корінці й закладаються основи майбутньої продуктивності. Саме тому фосфорні добрива найдоцільніше вносити під основний обробіток ґрунту, щоб, завдяки їх повільному переходу в доступні форми, рослини могли безперервно засвоювати його протягом майже всієї вегетації. Найбільш інтенсивне поглинання фосфору

спостерігається у період від виходу в трубку до початку цвітіння, коли відбувається активне формування генеративних органів [25-27].

Калій, на відміну від фосфору, впливає не лише на процеси росту, а й на загальну стійкість рослин до несприятливих умов. Він істотно підвищує витривалість озимої пшениці до хвороб, пригнічує розвиток збудників, сприяє підвищенню міцності стебла і прямо зменшує ризик вилягання посівів. Калій також пом'якшує негативний вплив високих температур, адже бере участь у регуляції водного режиму та забезпечує стабільність фотосинтезу в умовах теплового стресу. Добре забезпечені калієм посіви краще витримують не лише спеку, а й періоди холодної погоди, оскільки рослини формують більш міцні клітинні стінки та накопичують цукри, що підвищують морозостійкість. Потреба у калії, як і у фосфорі, спостерігається вже на ранніх фазах розвитку, але максимальне засвоєння цього елемента припадає на фазу виходу в трубку та колосіння. У дослідженнях, проведених на опідзолених чорноземах, встановлено, що дефіцит калію зменшував урожайність озимої пшениці майже на третину, тоді як підвищений його вміст забезпечував прибавку врожаю на рівні близько 30–35 % порівняно з середнім фоном. Як і фосфор, калій доцільно вносити під основний обробіток, переважно восени [28].

У системі удобрення озимої пшениці вирішальним фактором є не лише абсолютна кількість елементів живлення, а й правильне співвідношення між ними, що визначає фізіологічну рівновагу рослин. Надлишкове азотне живлення за недостатньої кількості фосфору та калію часто призводить до надмірного вегетативного росту, витягування стебла та різкого збільшення ризику вилягання. Крім того, така диспропорція погіршує якісні показники зерна, проявляючись у зниженні вмісту білка. Внесення лише фосфорних або лише калійних добрив, або ж їх поєднання без азоту, також не забезпечує повноцінного формування врожаю: зерно характеризується нижчим вмістом протеїну та гіршими хлібопекарськими властивостями. Натомість збалансоване, повноцінне мінеральне живлення за оптимального співвідношення N:P:K дозволяє отримати один із найвищих приростів урожайності – інколи до 45–55 %, що підтверджує

ключове значення комплексної системи удобрення для озимої пшениці в умовах інтенсивного землеробства [29-33].

У сучасній науковій літературі все більше наголошується на тому, що повна відмова від застосування мінеральних добрив і перехід виключно до органічної системи живлення не забезпечують достатнього рівня продуктивності озимої пшениці. Дослідження, проведені С. Дегодюком та А. Мулярчуком (2023), свідчать, що використання лише одного типу добрив – суто органічних або лише мінеральних – призводить до відчутного зниження врожайності. За їхніми даними, роздільне внесення таких добрив обмежувало формування врожаю на 10–16 % порівняно з органо-мінеральною системою, яка забезпечувала найвищу продуктивність. Якщо при комплексному удобренні урожай озимої пшениці досягав близько 5,6–5,7 т/га, то за винятково мінеральної системи він зменшувався до приблизно 5,1 т/га, а використання лише органічних добрив зумовлювало подальше зниження врожайності – до рівня приблизно 4,4–4,5 т/га. Такі результати підтверджують, що взаємодія органічної речовини з мінеральними елементами живлення створює оптимальні умови для росту, розвитку та реалізації генетичного потенціалу культури [34].

Попри позитивний вплив мінеральних добрив на формування урожайності, питання їхнього надмірного застосування залишається дискусійним. За даними окремих дослідників, високі дози мінеральних елементів, наприклад у межах N140–160P110–130K110–130, можуть мати не лише позитивний, а й небажаний ефект. На фоні пріорювання соломи зернобобових культур, зокрема гороху, такі інтенсивні норми мінерального живлення сприяли отриманню доволі високого врожаю – майже 5,7–5,9 т/га. Проте одночасно спостерігалось активніше ураження рослин озимої пшениці основними хворобами, особливо на початку літнього періоду. Зростання інфекційного навантаження пояснюють надлишковим вегетативним ростом, загущенням посівів і підвищеною вологістю нижніх ярусів рослин, що створює сприятливе середовище для патогенів.

У сучасних системах вирощування озимої пшениці дедалі більшої популярності набуває підхід, що базується на поєднанні органічних і

мінеральних джерел живлення, оскільки саме органо-мінеральні системи забезпечують найбільш збалансоване надходження поживних елементів. Досвід проведення досліджень у західних регіонах України підтверджує їх високу ефективність: на сірих лісових ґрунтах за поєднання післядії гною у нормі близько 40 т/га та внесення N85–95P85–95K85–95 отримували найвищу врожайність зерна – у межах від 3,6 до 5,3 т/га. У той час, як використання виключно органічних добрив або біологізованих систем удобрення, де в структуру живлення входили сидерати чи лише поживні рештки, забезпечувало значно нижчі показники продуктивності [35-37].

В умовах, коли традиційні органічні добрива є дефіцитними або недоступними у потрібній кількості, особливо актуальним стає застосування альтернативних органічних ресурсів, таких як солома та інші поживні рештки попередників. Проте їх використання без додаткового мінерального живлення часто є недостатнім для формування високих урожаїв. У дослідженнях на сірих лісових ґрунтах було встановлено, що застосування відновлювальної системи удобрення, яка передбачала пріорювання подрібненої соломи у поєднанні з біодеструктором та внесенням невеликої дози азоту (приблизно N25–35), забезпечувало отримання врожаю на рівні близько 4,6–4,8 т/га. Продуктивність цього варіанта була нижчою порівняно з органо-мінеральною або повністю мінеральною системами живлення, проте істотно перевищувала ефективність суто органічного удобрення.

Подібні тенденції простежувалися і в межах Правобережного Лісостепу України. На темно-сірих опідзолених ґрунтах, багатих на поживні речовини, але чутливих до дефіциту органічної речовини, використання альтернативної системи удобрення, що ґрунтувалася лише на заорюванні побічної продукції зернових, виявилось менш дієвим порівняно з інтенсивними, енергонасиченими та навіть ресурсощадними технологіями. Такі результати зумовлені недостатністю одного лише органічного компонента для забезпечення потреб озимої пшениці в азоті, фосфорі, калії та мікроелементах, особливо у фазах активного росту й формування врожаю [38].

Результати багаторічних досліджень переконливо свідчать, що органо-мінеральні системи живлення створюють найбільш сприятливі умови для формування високої продуктивності озимої пшениці. Так, у дослідах, проведених на базі ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірих лісових ґрунтах, встановлено, що поєднання органічних добрив із мінеральними істотно підвищує ефективність технології вирощування культури. Внесення близько 10–12 т/га гною під попередник (кукурудзу) разом із системою мінерального живлення на рівні N95–105P55–65K95–105 забезпечувало приріст урожайності порівняно з контролем на рівні понад 2,3 т/га, що відповідало збільшенню продуктивності приблизно на 70 %. Навіть при зменшенні дози мінеральних добрив удвічі додатковий урожай залишався значним – понад 50 % порівняно з варіантом без добрив, що підкреслює важливість комплексного живлення рослин [40].

Не менш показовими є результати, отримані на чорноземах опідзолених. Тут органо-мінеральна система удобрення стабільно забезпечувала вищу врожайність – на 4–8 % більше, ніж мінеральна, незалежно від того, який спосіб обробітку ґрунту застосовували. Це свідчить про універсальність впливу органічної складової, яка підсилює дію мінеральних елементів, покращує структуру ґрунтів, підвищує їхню вологоутримувальну здатність і активізує мікробіологічні процеси.

У сучасних умовах землеробства, коли постає завдання підвищення екологічності зернового виробництва та максимально ефективного використання генетичного потенціалу рослин, дедалі частіше у технології вирощування озимої пшениці впроваджують препарати стимулювальної дії – регулятори росту, хелатні та гумусні добрива. За даними багатьох досліджень, такі засоби здатні забезпечити приріст урожаю сільськогосподарських культур у межах 12–20 %, а в окремих випадках і більше. Механізм їхнього впливу пов'язаний з активізацією коренеутворення, покращенням поглинання елементів живлення, посиленням фотосинтетичної діяльності та нормалізацією біохімічних процесів у клітинах. Вони також позитивно впливають на мікробіоту ґрунту, сприяючи мінералізації органічної речовини та мобілізації важкодоступних форм поживних елементів.

У дослідях на сірих лісових ґрунтах за однакових норм мінеральних добрив застосування біостимуляторів, хелатних і гумусних продуктів давало істотну прибавку врожаю озимої пшениці – від 0,15 до 0,55 т/га залежно від умов року та особливостей препарату. Такий ефект пояснюється здатністю цих засобів зменшувати стресове навантаження на рослини, покращувати їхню адаптацію до коливань температури та вологості й підвищувати засвоєння азоту, фосфору та мікроелементів [41].

У степових умовах, де температурні коливання та дефіцит вологи істотно впливають на інтенсивність ростових процесів, застосування біологічних препаратів продемонструвало високу результативність. Зокрема, використання таких засобів, як Агат 25К та ПМК-ЗР, при сумісній передпосівній обробці насіння та подальшому обприскуванні вегетуючих рослин забезпечувало вагоме підвищення врожайності озимої пшениці. За результатами експериментів, приріст урожаю становив від 0,65 до майже 1,0 т/га, що свідчить про значний стимулюючий ефект біологічних препаратів у посушливих кліматичних зонах.

Подібні закономірності виявлено і в дослідях, проведених на чорноземах типових. Під час вирощування озимої пшениці використання регулятора росту Вимпел-2 у поєднанні з мікродобривом Оракул Мультикомплекс забезпечувало позитивну динаміку як у передпосівний період, так і на етапах вегетації. Врожайність культури за такого поєднання технологічних прийомів коливалася у межах 6,9–7,4 т/га, що на 0,5–1,0 т/га перевищувало контрольні варіанти. Значних змін зазнавали й показники якості зерна – зростала натура, підвищувався вміст клейковини та покращувались хлібопекарські властивості, що свідчить про оптимізацію фізіолого-біохімічних процесів у рослині під впливом стимуляторів.

Разом із тим, автори низки наукових робіт зазначають, що результативність подібних препаратів не є сталою величиною і чітко залежить від комплексу зовнішніх та внутрішніх чинників. Зокрема, визначальну роль відіграють погодні умови конкретного року, рівень забезпеченості вологою, фонове мінеральне живлення та загальний стан ґрунту. Ефективність препаратів також варіює залежно від технології внесення – своєчасність обробки, кратність застосування

та поєднання з іншими елементами технології здатні суттєво змінювати кінцевий результат.

Створення оптимального структурно-агрегатного стану ґрунту під посів озимої пшениці є одним із найважливіших етапів підготовки поля, оскільки саме якісний передпосівний обробіток формує умови для рівномірного розміщення насіння та дружного проростання. Найкращий агрофізичний стан досягається тоді, коли передпосівна культивуація виконується безпосередньо перед сівбою – у межах дуже короткого проміжку часу, що дозволяє зберегти вологу у верхньому шарі та не допустити надмірного ущільнення ґрунту.

Оптимальна щільність ґрунту для формування посівного ложа озимої пшениці за даними різних досліджень має перебувати в межах приблизно 1,1–1,25 г/см³, що забезпечує достатню проникність повітря та вологи, але водночас не допускає надмірного осідання ґрунту над насінням. Структурний склад ґрунту також відіграє важливу роль: агрегати повинні бути дрібними й однорідними, а на поверхні не мають траплятися великі грудки або брили. Оптимальний розмір окремих ґрунтових часток, які формують посівне ложе, становить у середньому 1–2 мм, що забезпечує хороший контакт насіння з ґрунтом і сприяє швидкому поглинанню вологи [42].

Передпосівний обробіток у більшості випадків проводять на ту саму глибину, на яку передбачається загортати насіння – зазвичай це близько 2–3 см, залежно від типу ґрунту та вологозабезпечення. Важливою умовою є мінімальний розрив у часі між підготовкою ґрунту та самою сівбою – він не має перевищувати приблизно 40–60 хвилин. Якщо цей інтервал збільшується, верхній шар ґрунту втрачає вологу, що погіршує рівномірність проростання та зменшує енергію росту рослин на початкових етапах.

Озима пшениця є досить вибагливою щодо забезпечення мікроелементами, серед яких особливо значущими для її розвитку є марганець і мідь. Дефіцит цих елементів найсильніше проявляється у ранні періоди вегетації – під час активного куцнення та на початку виходу рослин у трубку, коли формуються основні структурні елементи врожаю. Саме в цей час нестача марганцю чи міді

може призвести до істотного пригнічення ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу, погіршення розвитку вторинної кореневої системи та зниження продуктивності майбутнього колосу.

Одним із найрезультативніших способів забезпечення рослин такими мікроелементами є вегетаційне підживлення хелатними формами добрив, які швидко засвоюються та забезпечують високу біодоступність елементів. Дослідження, виконані на чорноземах вилугованих, демонструють суттєву різницю в реакції рослин залежно від того, які препарати застосовуються. Так, використання комплексу добрив Росток Макро, Росток Мідь та Росток Марганець показало, що найбільш виражений позитивний вплив на структуру врожаю спостерігався за сумісного внесення Росток Макро разом із мідним компонентом. У цьому варіанті збільшення врожайності становило близько 0,6–0,65 т/га порівняно з контролем, що свідчить про синергічну дію цих препаратів та оптимізацію мікроелементного живлення.

Варто зазначити, що марганець відіграє ключову роль у процесах фотолізу води та формуванні хлорофільного апарату, тоді як мідь впливає на ферментативну активність, синтез білків, стійкість до вилягання та підвищує імунітет рослин до грибних патогенів. Тому недостача хоча б одного з цих елементів порушує низку фізіологічних реакцій, а їх своєчасне внесення дозволяє повністю реалізувати потенціал сорту [43].

Оптимізація системи удобрення пшениці озимої є одним із ключових напрямів сучасного землеробства, оскільки саме збалансоване живлення визначає реалізацію біологічного потенціалу сорту, рівень урожайності, якість зерна та екологічну стійкість агроecosистеми. У більшості наукових праць підкреслюється, що система удобрення розглядається як комплексний елемент технології, тісно пов'язаний із ґрунтово-кліматичними умовами, біологічними особливостями культури, попередником, системою обробітку ґрунту та рівнем інтенсифікації виробництва.

Численні дослідження доводять, що основним напрямом оптимізації живлення озимої пшениці є коригування норм, форм і строків внесення азотних,

фосфорних, калійних та мікроелементних добрив з урахуванням зональних особливостей. В Україні, де вирощування озимої пшениці зосереджене переважно в умовах Лісостепу та Степу, оптимізація системи удобрення пов'язана зі значною варіативністю кліматичних умов, зокрема з частими періодами весняно-літньої посухи, нерівномірним розподілом опадів, різною забезпеченістю ґрунтів елементами живлення та органічною речовиною. Це зумовлює необхідність диференційованого підходу до формування удобрювальних систем на чорноземах, сірих лісових, темно-каштанових та інших типах ґрунтів [44].

Більшість авторів наголошує на домінуючій ролі азотного живлення в системі удобрення озимої пшениці. Азот розглядається як головний лімітуючий елемент, який впливає на кущіння, формування продуктивного стеблостою, інтенсивність фотосинтезу та якісні показники зерна. За даними різних дослідників, для формування 1 т зерна озима пшениця виносить у середньому 25–35 кг азоту, а сумарна потреба посіву залежно від планованого рівня урожайності може досягати 120–180 кг/га діючої речовини. Водночас у літературі вказується, що надлишкові норми азоту за недостатнього забезпечення фосфором і калієм призводять до переростання рослин, вилягання посівів, зниження стійкості до хвороб і погіршення структури ґрунту. Тому оптимізація азотного живлення передбачає не тільки вибір дози, а й поділ внесення за строками: частину норми рекомендують вносити під основний обробіток або передпосівну культивуацію, а основне навантаження переносити на ранньовесняне та весняне підживлення, що збігається з початком інтенсивного росту та виходу в трубку [1, 3, 23, 45].

Фосфорні добрива в наукових джерелах розглядаються як фактор, що забезпечує розвиток кореневої системи, енергетичні процеси в клітині та формування генеративних органів. Пшениця озима відчуває потребу у фосфорі вже в період проростання насіння, тому більшість авторів рекомендує вносити фосфори у ґрунт під оранку або глибоку культивуацію, щоб забезпечити доступність елемента протягом усього періоду вегетації. Для формування 1 т

зерна рослина виносить у середньому 10–14 кг фосфору, а на ґрунтах із низькою забезпеченістю рухомими формами P_2O_5 доцільним є поєднання основного внесення з локальним припосівним. Окремі дослідження демонструють, що оптимальний фосфорний фон не тільки сприяє кращому розвитку коренів, а й суттєво підвищує ефективність азотних добрив, зменшуючи прояви «жирового» типу розвитку рослин та покращуючи якість зерна.

Калій, за даними літератури, виступає важливим регулятором водного режиму, стійкості рослин до посухи, хвороб і вилягання. Для формування 1 т зерна озима пшениця виносить близько 18–27 кг калію, причому значна частка цього елемента зосереджується в соломі та нетоварній частині врожаю. У роботах, присвячених оптимізації живлення на чорноземах та опідзолених ґрунтах, наголошується, що за низького вмісту обмінного калію його дефіцит здатний знижувати врожайність на 25–30 %, тоді як формування достатнього калійного фону підвищує продуктивність та покращує адаптивні властивості посівів. Оптимізація калійного живлення передбачає переважно осіннє внесення під основний обробіток, особливо на середньо- та важкосуглинкових ґрунтах, де обмінні форми калію повільніше переходять у ґрунтовий розчин [46].

У літературі значну увагу приділено мікроелементам, серед яких для озимої пшениці особливо важливими є мідь, марганець, цинк, бор, молібден. Вказується, що дефіцит марганцю та міді у фазі кущіння та виходу в трубку призводить до порушення фотосинтезу, послаблення ферментативної активності, затримки росту й розвитку рослин. Ефективним шляхом оптимізації мікроелементного живлення вважаються хелатні та комплексні мікродобрива, які вносять у вигляді позакореневих підживлень. Численні дослідження на чорноземах та сірих лісових ґрунтах показали, що застосування таких препаратів у поєднанні з мінеральною системою NPK дозволяє підвищувати врожайність озимої пшениці на 0,3–0,8 т/га та покращувати якісні показники зерна.

Окремий напрям досліджень присвячений органо-мінеральним системам удобрення. Багато авторів вказують, що сумісне застосування органічних добрив (гній, компости, сидеральні культури, пожнивні рештки) та мінеральних туків

створює найкращі умови для росту й розвитку озимої пшениці. Органічні добрива покращують агрофізичні властивості ґрунту, підвищують вміст гумусу, активізують мікробіологічну діяльність, водночас мінеральні – забезпечують швидкодоступні форми елементів живлення. За даними досліджень, проведених у Лісостепу та на окремих ділянках Степу, органо-мінеральні системи забезпечують приріст врожайності озимої пшениці на 10–20 % порівняно з роздільним застосуванням лише мінеральних або лише органічних добрив. При цьому поліпшується структура ґрунту, знижується кислотність, зростає буферність, що має важливе значення для стабільності агроecosystem.

Важливим аспектом оптимізації системи удобрення озимої пшениці є врахування попередника. У роботах, присвячених зернопросапним сівозмінам, наголошується, що пшениця після стерньових попередників (пшениця, ячмінь) потребує вищих норм азоту для компенсації дефіциту доступних форм елементів живлення та нерозкладених рослинних решток, тоді як після гороху, сої та інших бобових культур частину азотного живлення забезпечує біологічний азот, тому норми добрив можуть бути кориговані у бік зниження. Сидеральні попередники (гірчиця, олійна редька, фацелія) приорюють разом із мінеральними добривами, що поєднує органічну та мінеральну складові системи живлення.

Суттєвий вклад у розвиток теорії оптимізації удобрення озимої пшениці зробили дослідження щодо дробного внесення азоту впродовж вегетації. Багатьма авторами доведено, що поділ норми азотних добрив на 2–3 внесення (основне, ранньовесняне та під час виходу в трубку) дозволяє ефективніше синхронізувати надходження азоту з потребами рослин, зменшити втрати елементу від вимивання та денітрифікації, а також підвищити коефіцієнт його використання. Показано, що за такого підходу не лише збільшується врожайність, а й покращуються хлібопекарські властивості зерна, зокрема зростає вміст сирої клейковини та поліпшуються показники якості борошна.

Сучасні підходи до оптимізації системи удобрення пшениці озимої тісно пов'язані з концепцією точного землеробства. У літературі описано досліді, де норми та співвідношення елементів живлення коригують із використанням даних

агрохімічного обстеження ґрунтів, карт урожайності, дистанційного зондування та GPS-навігації. Диференційоване внесення мінеральних добрив залежно від родючості окремих ділянок поля дозволяє одночасно підвищувати ефективність використання елементів живлення і знижувати загальні витрати. Це особливо актуально в умовах зростання вартості добрив та необхідності скорочення антропогенного навантаження на довкілля.

Окремий блок досліджень присвячений оцінці впливу різних систем удобрення на екологічний стан ґрунту. Встановлено, що надмірні норми азотних добрив можуть сприяти накопиченню нітратів у ґрунтовому профілі та підвищувати ризик їх потрапляння у ґрунтові води, тоді як збалансована система живлення з оптимальним співвідношенням NPK та органічної речовини дозволяє запобігти деградаційним процесам, підтримувати вміст гумусу на стабільному рівні та зберігати біологічну активність ґрунтів [47].

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що оптимізація системи удобрення пшениці озимої розглядається як багатофакторний процес, у якому поєднуються: раціональне використання мінеральних добрив, залучення органічних ресурсів, застосування мікродобрив і біостимуляторів, урахування попередника, особливостей ґрунтово-кліматичних умов та рівня інтенсифікації технології. Наукові дослідження одностайно підтверджують, що найбільшу ефективність забезпечує збалансована орґано-мінеральна система живлення, доповнена елементами точного землеробства та екологічно орієнтованими технологічними прийомами. Саме такі підходи дають змогу не лише підвищувати врожайність та якість зерна озимої пшениці, а й забезпечувати довгострокове збереження родючості ґрунтів і стійкість агроландшафтів.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт і предмет досліджень

Об'єкт дослідження – рослини пшениці озимої, удобрення, врожайність залежно від рівня мінерального живлення у виробничих умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020».

Предмет дослідження – продуктивність та якісні показники пшениці озимої залежно від рівня мінерального живлення та системи удобрення.

Методи дослідження. У роботі застосовувались загальноприйняті методи польових, лабораторних і статистичних досліджень у рослинництві, включаючи фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, визначення хімічного складу зерна відповідно до ДСТУ, а також математично-статистичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок. Отримані результати інтерпретували з урахуванням погодних умов та агротехнічних факторів.

2.2 Умови проведення досліджень

Польові дослідження, проведені на території ТОВ «НІКА АГРО 2020», яке знаходиться в Кам'янському районі Дніпропетровської області, показали, що кліматичні умови цієї місцевості мають значний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, зокрема гречки. Кам'янський район розташований в межах південної частини Степової зони України і характеризується континентальним кліматом з яскраво вираженими сезонними коливаннями температур.

Для цього регіону характерні тривалі посушливі періоди в літні місяці, що значною мірою обмежує водозабезпечення рослин, особливо в критичні фази їх розвитку, такі як цвітіння та плодоутворення. Середньорічна температура повітря

варіюється від 9,5 до 10,3°C, що свідчить про поступове потепління клімату в цій місцевості. Зимовий період зазвичай м'який і малосніжний, але із частими відлигами та морозами, що може ускладнити перезимівлю сільськогосподарських культур, зокрема озимих.

Таблиця 2.1

Температури вегетаційного періоду Кам'янського району

Місяць	2024	2025	Середньобагаторічні дані
Бер	1,2	0,8	1,0
Кві	6,1	5,5	6,0
Тра	12,4	11,9	12,2
Чер	19,0	18,5	19,2
Лип	24,3	23,8	24,1
Сер	27,4	26,5	27,0
Вер	27,0	26,2	26,5

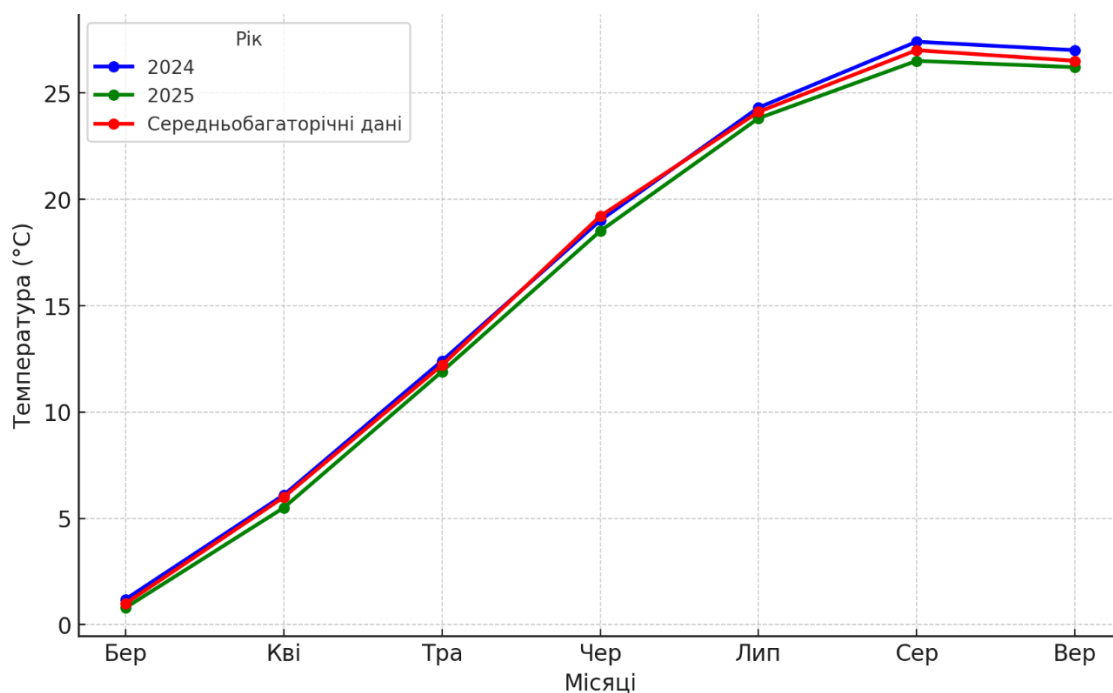


Рис.2.1 Температурний режим вегетаційного року

Літні місяці, зокрема червень і липень, часто супроводжуються високими температурами, які можуть досягати 30–35°C, що посилює випаровування вологи з ґрунту і негативно впливає на процес наливу зерна у рослин. Такий температурний режим, у поєднанні з дефіцитом вологи, знижує врожайність культур, що вимагає застосування адаптивних технологій для забезпечення сталого зростання та розвитку рослин.

Таблиця 2.2

Опади Кам'янського району

Місяць	2024	2025
Січ	28	30
Лют	32	35
Бер	24	26
Кві	18	20
Тра	40	23
Чер	22	0
Лип	14	0
Сер	19	11
Вер	31	13
Жов	29	30
Лис	34	
Гру	27	

Опади в Кам'янському районі розподіляються нерівномірно. В середньому, кількість опадів на рік становить близько 400–450 мм, що є недостатнім для забезпечення потреб культур у воді, особливо в посушливі роки. Найбільша кількість опадів припадає на весняно-осінній період, але саме в червні та липні спостерігається посуха, коли кількість опадів зменшується. Це створює додатковий стрес для рослин, оскільки знижується рівень ґрунтової вологи,

необхідної для нормального росту та розвитку, особливо в фазах, коли культура активно споживає вологу, наприклад, під час цвітіння та наливу зерна.

Вітровий режим у районі також впливає на агрономічні умови. Для цієї місцевості характерні стійкі вітри середньою швидкістю 3,5–5,0 м/с, з поривами до 15–20 м/с навесні. Такі вітри збільшують випаровування вологи з ґрунту та можуть сприяти вітровій ерозії, що особливо небезпечно для легких ґрунтів, які легко піддаються висушуванню та здуванню.

Агрокліматичні умови Кам'янського району зокрема характеризуються тривалими посухами влітку, нерівномірним розподілом опадів та нестабільними зимовими температурами. Це обумовлює необхідність використання технологій, які зменшують вплив водного та температурного стресу на культури. Для забезпечення стабільних урожаїв гречки в таких умовах важливо впроваджувати адаптовані сорти з підвищеною посухостійкістю, використовувати методи збереження вологи в ґрунті (наприклад, мульчування, мінімальний обробіток ґрунту) та коригувати агротехнічні заходи в залежності від погодних умов кожного року.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області представлений чорноземами звичайними середньосуглинковими. Ці ґрунти мають високу агрономічну цінність, хорошу структуру, достатню потужність гумусового горизонту та добру водоутримувальну здатність, що сприяє оптимальному розвитку сільськогосподарських культур.

Основний тип ґрунту – чорнозем звичайний середньосуглинковий, що належить до найбільш родючих ґрунтів степової зони України. Ці ґрунти характеризуються потужним гумусовим горизонтом, який сягає 60–80 см, а також вираженою зернистою структурою, що забезпечує гарний повітрообмін і водопроникність. Середньо суглинковий механічний склад ґрунтів створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи рослин, зокрема, ріпаку

озимого, глибина проникнення коренів якого може становити понад 2,5–3 м за нормального зволоження.

Концентрація гумусу в ґрунті становить 3,5 %, що є характерним для чорноземів цієї зони. Такий рівень забезпечення органічною речовиною дозволяє зберігати високу буферність і добру структуру орного шару. Проте для підтримки високої родючості ґрунтів та запобігання деградації рекомендовано систематично вносити органічні добрива, сидерати або мульчувальні матеріали, оскільки інтенсивне вирощування сільськогосподарських культур може призвести до швидкої мінералізації гумусних сполук.

Таблиця 2.3

Ґрунтові умови дослідних ділянок

Показник	Одиниця виміру	Значення	Примітка
Тип ґрунту	-	Чорнозем звичайний середньосуглинковий	Середній рівень гумусу
Вміст гумусу	%	3,5	У горизонті 0–30 см
pH ґрунтового розчину	-	6,7	Слаболужна реакція
Вміст азоту (N)	мг/кг	85	Середній рівень забезпечення
Вміст фосфору (P ₂ O ₅)	мг/кг	70	Високий рівень
Вміст калію (K ₂ O)	мг/кг	130	Достатній рівень
Об'ємна маса	г/см ³	1,27	Оптимальна
Вологомісткість польова	%	28	Добра водоутримувальна здатність

Реакція ґрунтового розчину становить 6,7, що є слабколужним рівнем. Такий показник забезпечує оптимальні умови для засвоєння основних елементів живлення, зокрема азоту, фосфору та калію, а також активізує мікрофлору, що сприяє мінералізації органічних решток і мобілізації поживних речовин. Однак у разі тривалого застосування азотних добрив кислотність може знижуватися, тому періодичне вапнування є рекомендованим агрозаходом для стабілізації рН.

Вміст азоту (85 мг/кг) у ґрунті характеризує середній рівень забезпечення рослин на ранніх етапах росту. Вміст фосфору (70 мг/кг) оцінюється як високий, що позитивно впливає на розвиток кореневої системи та енергію проростання насіння. Калію (130 мг/кг) у ґрунті достатньо для формування високоякісного зерна та підтримки водного балансу рослин у періоди посухи.

Об'ємна маса ґрунту становить 1,27 г/см³, що є оптимальним для аерації та водного балансу. Цей показник свідчить про добру структуру орного шару, що забезпечує сприятливі умови для росту кореневої системи. Польова вологомісткість на рівні 28 % забезпечує добру здатність ґрунту утримувати вологу, що особливо важливо для регіону з недостатніми опадами в літній період.

Загалом, ґрунти дослідної ділянки мають добрі агрономічні властивості, що забезпечують високий потенціал для вирощування ріпаку озимого. Завдяки збалансованому вмісту макроелементів, добрій водоутримувальній здатності та оптимальним фізико-хімічним характеристикам, ці ґрунти є сприятливими для проведення досліджень з цією культурою.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Організація польових досліджень з вивчення впливу мінерального удобрення та стимуляторів росту на ріст, розвиток і продуктивність пшениці озимої проводилася відповідно до вимог методики польового дослідництва, прийнятої в практиці наукових установ НААН України. Дослід закладено у виробничих умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020», що розташоване в Кам'янському районі Дніпропетровської області, у зоні Степу України. Характерною особливістю цієї агрокліматичної зони є підвищений дефіцит продуктивної вологи, значна континентальність клімату та періодичне поєднання високих температур у літній період із нестабільним забезпеченням вологою у осінньо-зимовий сезон. Такі умови обумовлюють необхідність ретельного підбору схем удобрення, які дозволяють підвищити стійкість рослин до абіотичних стресів та забезпечують формування максимально високої продуктивності.

Дослідження проводилися упродовж двох вегетаційних періодів – 2023/2024 та 2024/2025 років. Розміщення дослідів, схема варіантів, повторність, площі ділянок та методи обліку відповідали вимогам методики Б. А. Доспехова, що забезпечувало достовірність отриманих експериментальних результатів і можливість їх подальшого статистичного опрацювання.

Кліматичні умови Кам'янського району характеризуються жарким і посушливим літом, нестійкими опадами протягом вегетації та періодичними зниженнями температури взимку до критичних рівнів. Для оцінки впливу погодних умов реєстрували добові температури повітря, кількість та характер опадів, стан ґрунтової вологи на момент сівби та відновлення весняної вегетації. Упродовж років досліджень спостерігалася різна забезпеченість вологою. Осінь обох років характеризувалася недостатніми опадами, що дещо впливало на строки появи сходів. Навесні 2024 року відмічалася помірна кількість продуктивної вологи, тоді як весна 2025 року була значно посушливішою, що вплинуло на ріст рослин і подальше формування структури врожаю. Літній

період 2024 року вирізнявся високими температурами, які не перевищували критичних показників, тоді як літо 2025 року супроводжувалося тривалими періодами спеки, що зумовило зниження врожайності.

Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні малогумусні середньосуглинкові. Вміст гумусу становив 3,3–3,5 %. Ґрунт характеризувався середнім забезпеченням рухомими формами фосфору (11–13 мг/100 г ґрунту) та калію (12–14 мг/100 г ґрунту). Реакція ґрунтового розчину була нейтральною або слабколужною (рН 7,1–7,3). Вміст легкогідролізованого азоту становив 10,4–11,8 мг/100 г ґрунту.

Дослід був закладений у шестиваріантній структурі з використанням систем удобрення та стимуляторів росту, що відрізнялися як за набором, так і за способом внесення препаратів. Кожен варіант був закладений у трьох повтореннях, що забезпечувало надійність і достовірність отриманих результатів. Схема дослідів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Схема дослідів

Варіант дослідів	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	1.1	2.1	3.1
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	1.2	2.2	2.2
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	1.3	2.3	3.3
4. Оракул	1.4	2.4	3.4
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	1.5	2.5	3.5
6. БЛЕК ДЖЕК	1.6	2.6	3.6

Варіанти дослідів дозволяли оцінити не лише ефективність мінерального удобрення, а й вплив стимуляторів росту, а також синергетичний ефект їх поєднання.

Посів проводили сортом пшениці озимої, районованим для Степу України сорт Леваль (Рис. 3.1). Передпосівний обробіток враховував потребу в оптимальній структурі ґрунту, формуванні вирівняного посівного ложа, що забезпечує рівномірність загортання насіння на глибину 4–5 см. Сівбу здійснювали зерною сівалкою з міжряддям 15 см. Норма висіву становила 4,5 млн схожих насінин на 1 гектар.

Удобренню передував аналіз ґрунту, після чого вносили мінеральні добрива відповідно до схеми. У варіантах із внесенням стимуляторів росту препарати застосовували передпосівно для обробки насіння (Оракул, БЛЕК-ДЖЕК) (Рис. 3.2, 3.3).

Протягом проведення досліджень виконувалася низка обліково-аналітичних операцій:

Визначення тривалості періоду сівба–сходи. Облік проводили щоденно до появи масових сходів.

Оцінювання польової схожості. Проводили облік кількості рослин на 1 м² після появи повних сходів.

Контроль густоти стояння рослин на час осіннього припинення вегетації, ранньовесняного відновлення вегетації та перед колосінням.

Вивчення морфометричних характеристик рослин: висота, коефіцієнт кущення, кількість вузлових коренів.

Визначення фаз росту й розвитку згідно з міжнародною шкалою ВВСН.

Облік елементів структури врожаю: довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса зерна одного колоса, маса 1000 зерен.

Збирання врожаю проводили методом суцільного обмолоту облікових ділянок.

Методи лабораторних та якісних аналізів:

Після збирання врожаю проводили визначення якісних показників:

натури зерна методом вимірювання об'єму 1 л зерна,

маси 1000 зерен згідно з держстандартами,


вмісту сирого білка за методом К'ельдаля,

визначення виходу клейковини
оцінювання структури колоса та зернівки.

Усі показники піддавали математично-статистичній обробці методом дисперсійного аналізу.

Для оцінки достовірності проводили розрахунок НР05, варіаційних показників, визначали істотність різниць між варіантами. Статистичну обробку здійснювали з використанням програмних пакетів Excel та Statistica.

ЛАВАЛЬ



- ✓ У Державному реєстрі сортів рослин України з 2020 року
- ✓ Оригігатор ТОВ АФ "Українське насіння"

ЗАМОВИТИ

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Різнovid	лютесценс
Тип сорту	напівінтенсивний
Потенційна врожайність, т/га	до 12,0
Період вегетації, днів	275
Висота стебла, см	80
Довжина колоса, см	11,0
Зерно, характеристики:	
Маса 1000 шт., г	42
Натура, г/л	845
Вміст білка, %	13,5-14,1
Вміст клейковини, %	27,0-30,0
Хлібопекарські властивості, бали	9,0
Об'єм хліба, мл	710
Стійкість до вилгання, бал	8,9
Стійкість до посухи, бал	8,8
Зимостійкість, бал	7,0-8,0

Рис. 3.1 Характеристика сорту

Мікродобриво Оракул насіння, 5 л (Долина, Ukraine)

★★★★★ [1 відгук](#)

ВСЕ ПРО ТОВАР

ХАРАКТЕРИСТИКИ

НОРМИ ВИТРАТ

СХОЖІ ТОВАРИ

ДОСТАВКА ТА ОПЛАТА



ЖИВЛЕННЯ, ЩО ПРОБУДЖУЄ



Об'єм: 1 л 5 л

376.00 грн / л € у наявності

[Додати до кошика](#)

Продавець: Долина

★★★★★ 4.87 (45 оцінок)

[Написати продавцю](#)



Продавець	Долина
Країна	Ukraine
Діюча речовина	N -20 г/л, P2O5 -99 г/л, K2O-65 г/л, SO3-57 г/л, B-1,8 г/л, Zn-5,4 г/л, Cu-5,4 г/л, Fe-15 г/л, Mn-15 г/л, Mo- 0,4 г/л, Co-0,1 г/л

Рис. 3.2 Характеристика мікродобрива Оракул

Блек-Джек – це високоєфективний природний органічний біостимулятор. Ульмінові кислоти і гумін, що містяться в препараті, працюють як активатори росту рослин через «пряму дію» на рівні обміну речовин, гормональних та ферментативних процесів. Певні компоненти гуміну поглинаються й транспортуються безпосередньо судинною системою рослин і є каталізаторами численних обмінних процесів. Ульмінові кислоти мають властивість іонізувати метали, виступаючи в ролі природних хелатуючих агентів. Так само, як і гумін, ульмінові кислоти здатні стимулювати і посилювати розвиток кореневої системи. Саме завдяки повному спектру гумусових компонентів БлекДжек, на відміну від гуматів, надзвичайно активний і корисний для рослин при листовому внесенні. І так само ефективний при застосуванні через систему крапельного зрошення, оскільки гумінові та фульвокислоти в БлекДжек знаходяться у первісному вигляді (а не у вигляді солей як у гуматах) й максимально корисні та активні

Головні переваги

- При потраплянні в ґрунт покращує його структуру
- Містить ульмінові кислоти та гумін, які відсутні в гуматах
- Може використовуватись, як для листового внесення, обробки насіння так і при крапельному зрошенні
- Має відмінну розчинність, що на відмінну дозволяє застосовувати його в повних нормах витрат
- Висока рухливість в рослині
- Висока сумісність в баковій суміші та підсилює ефект фітосанітарних обробок

Сумісність

Дозволяється змішувати з більшістю загальнопоширених ЗЗР

Застосування добрива

Культура	Фаза	Доза, кг(л)/га
Кукурудза	3-5 листків; Через 2-3 тижні	1,0-2,0 л/га
Соняшник	4-6 листків; Через 2-3 тижні	1,0-2,0 л/га
Цукровий буряк	5-6 листків; Перед змиканням міжрядь	1,5-2,0 л/га
Соя	Обробка насіння	0,5-1,5 л/т
Горох	Обробка насіння	0,5-1,5 л/т
Ріпак озимий	Весна – на початку відновлення вегетації	1,0-1,5 л/га
Ріпак ярий	4-6 листків	1,0-1,5 л/га
Пшениця яра	Обробка насіння; Кущення;	0,5-1,5 л/т; 0,5-1,0 л/га
Пшениця озима	Обробка насіння; Початок весняної вегетації;	0,5-1,5 л/т; 0,5-1,5 л/га
Ячмінь озимий	Обробка насіння; Початок весняної вегетації;	0,5-1,5 л/т; 0,5-1,5 л/га
Ячмінь ярий	Обробка насіння; Кущення;	0,5-1,5 л/т; 0,5-1,0 л/га
Виноград	При довжині пагонів 20-25 см; Перед цвітінням; Ріст і розвиток ягід (фаза горошини); Разом з хелатом заліза, через систему крапельного зрошення	0,10%

Рис. 3.2 Характеристика стимулятора росту Блек Джек

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Схожість озимої пшениці є одним із визначальних показників, що формує густоту стеблостою, рівномірність розвитку рослин та потенційний рівень урожайності культури. Умови Степу України характеризуються нестабільністю зволоження, значними температурними коливаннями та нерівномірним накопиченням продуктивної вологи, що робить стартові етапи розвитку рослин особливо чутливими до забезпечення елементами живлення. У цьому контексті застосування мінеральних добрив та стимуляторів росту набуває ключового значення для формування високої життєздатності проростків.

Мінеральні добрива забезпечують насіння легкодоступними формами азоту, фосфору та калію, які необхідні для активації метаболічних процесів на ранніх етапах онтогенезу. Фосфор, зокрема, бере участь в енергетичному обміні (АТФ), сприяє швидкому формуванню кореневої системи, підвищуючи здатність проростків засвоювати вологу з ґрунту. Достатня забезпеченість NPK зменшує фізіологічний стрес, прискорює проростання насіння та сприяє формуванню дружніх сходів. У дослідженнях встановлено, що внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₄₅K₄₅ підвищує польову схожість на 1,5–2,0% порівняно з контролем, що є важливим у посушливих умовах осінньої вегетації Степу.

Таблиця 4.1

Польова схожість насіння пшениці озимої за різних норм удобрення

Варіанти дослідів	2023/24 р.	2024/25 р.	Середня	
			%	± до контролю
1. Контроль (без добрив)	88,3	83,4	85,8	0
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	89,7	85,2	87,5	1,7
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	91,1	86,4	88,8	3,0
4. Оракул	89,0	84,3	86,7	0,9
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	92,0	87,4	89,7	3,9
6. БЛЕК ДЖЕК	88,5	83,4	85,9	0,1

Польова схожість є ключовим показником, що визначає потенційну густоту продуктивного стеблостою та формує основу майбутньої врожайності озимої пшениці. В умовах Степу України, де осінній період часто характеризується дефіцитом вологи та високою температурною мінливістю, початковий розвиток рослин є особливо чутливим до забезпечення елементами живлення та стимулювальними препаратами.

Контрольний варіант демонстрував середню польову схожість 85,8%, що є типовим показником для регіону з нестійким зволоженням. Внесення мінеральних добрив (N60P45K45) сприяло підвищенню цього показника до 87,5%, що свідчить про зменшення фізіологічного стресу насіння та покращення умов для проростання. Особливо суттєвий ефект виявлено за поєднання мінерального живлення з біостимуляторами: варіант N60P45K45 + БЛЕК ДЖЕК забезпечив максимальний показник 89,7%, що на 3,9% вище контролю.

Використання препаратів Оракул та БЛЕК ДЖЕК у чистому вигляді також позитивно вплинуло на польову схожість – відповідно 86,7% та 85,9%. Це підкреслює роль регуляторів росту у формуванні стійкості проростків до водного стресу та коливань температур.

Зниження показників у 2024/25 р. для всіх варіантів пов'язане з менш сприятливими кліматичними умовами – затяжною осінньою посухою та підвищеними температурами. Проте навіть за таких умов варіанти з використанням БЛЕК ДЖЕК та мінеральних добрив залишалися найефективнішими.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що комбіноване застосування мінеральних добрив, мікродобрив та біостимуляторів забезпечує найбільш стійкий і виражений позитивний вплив на польову схожість озимої пшениці в умовах Степу України, підвищуючи її на 3–4% порівняно з контрольним варіантом. Це створює передумови для формування густішого високопродуктивного агроценозу.

Отримані дані засвідчують, що тривалість періоду сівба–сходи та стійкість рослин озимої пшениці до припинення вегетації істотно залежали від застосованих систем удобрення та біостимуляторів росту. У контрольному варіанті сходи з'являлися повільніше (12–15 діб), що характерно для посушливих умов Степу України та недостатньої кількості доступних елементів живлення, особливо фосфору, який відіграє ключову роль у процесах енергозабезпечення проростання (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Тривалість періоду сівба-сходи, польова схожість та густина рослин пшениці озимої залежно від норм висіву насіння

Удобрення	Показники					
	Тривалість періоду сівба-сходи, діб		Тривалість періоду сходи-припинення вегетації, %		Густина рослин на час припинення вегетації, шт. м	
	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
1. Контроль (без добрив)	12	15	88	84	397	375
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	11	14	90	86	404	383
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	10	13	93	89	410	389
4. Оракул	11	14	89	85	401	379
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	10	13	94	90	414	393
6. БЛЕК ДЖЕК	11	14	90	85	398	375

Внесення мінеральних добрив N₆₀P₄₅K₄₅ прискорювало появу сходів на 1–2 доби, свідчачи про підвищення енергії проростання та активацію фізіолого-біохімічних процесів у насінні. Максимально швидкі сходи були зафіксовані у варіантах із застосуванням комплексних стимуляторів росту (Оракул, БЛЕК-ДЖЕК) у комбінації з мінеральними добривами, де тривалість періоду сівба–

сходи скорочувалась до 10–13 діб. Це пояснюється дією амінокислот, хелатних мікроелементів та гумінових речовин, які підсилюють водопоглинання, активізують ферментні системи та стимулюють розвиток зародкового корінця.

Стійкість рослин до припинення вегетації була найнижчою у контролі (88% у 2023 та 84% у 2024 р.), що зумовлено слабшою кореневою системою та нижчим рівнем забезпечення поживними речовинами. Мінеральне живлення сприяло підвищенню цього показника до 90–86%, тоді як застосування стимуляторів росту забезпечило ще вищі значення (93–94% у 2023 р. та 89–90% у 2024 р.). Це свідчить про покращену адаптивність рослин до завершення осінньої вегетації, посилення їх морозо- та посухостійкості.

Густота рослин на час припинення вегетації також істотно змінювалася залежно від варіанта удобрення. Контроль забезпечив 375–397 шт/м², тоді як внесення N60P45K45 дозволило отримати густоту 383–404 шт/м². Найвищі значення сформували варіанти з комбінованим використанням добрив та біостимуляторів – 389–414 шт/м². Це свідчить про підвищення виживаності і здатності рослин до формування продуктивного стеблостою у складних умовах Степу.

Таким чином, найбільш ефективною технологією є поєднання мінерального удобрення N60P45K45 з біостимуляторами Оракул або БЛЕК-ДЖЕК, що забезпечує швидкі та дружні сходи, високу стійкість рослин до припинення вегетації та оптимальну густоту стеблостою, створюючи передумови для формування високого врожаю озимої пшениці у регіонах ризикованого землеробства.

У результаті досліджень, проведених у зоні Степу України, встановлено чітку залежність інтенсивності осіннього розвитку озимої пшениці від умов мінерального живлення та застосування стимуляторів росту. У контролі без удобрення коефіцієнт куцання був найнижчим (1,05), що свідчить про слабе формування продуктивних пагонів. Кількість вузлових коренів також була

мінімальною – 4,8 шт./рослину, що обмежує можливості рослини щодо поглинання води та поживних речовин (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Висота рослин, формування пагонів кущення та кореневої системи
(середнє за 2023–2024 рр.)**

Удобрення	Коефіцієнт кущення	Кількість вузлових коренів, шт./ рослину	Висота рослин пшениці озимої (см) на час припинення осінньої вегетації
1. Контроль (без добрив)	1,05	4,8	14,2
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	1,18	5,6	16,1
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	1,23	6,0	16,8
4. Оракул	1,12	5,2	15,4
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	1,28	6,3	17,2
6. БЛЕК ДЖЕК	1,15	5,4	15,9

Внесення мінерального добрива N₆₀P₄₅K₄₅ забезпечило істотне покращення показників: коефіцієнт кущення зріс до 1,18, а кількість вузлових коренів – до 5,6 шт., що свідчить про активізацію ростових процесів і більш рівномірний розвиток осіннього стеблостою.

Поєднання макродобрив із препаратом «Оракул» сприяло ще інтенсивнішому росту: коефіцієнт кущення зріс до 1,23, кількість вузлових коренів – до 6,0 шт./рослину, а висота рослин досягла 16,8 см. Це є наслідком посилення енергетичного обміну та кращої мобілізації елементів живлення.

Найвищі показники зафіксовано у варіанті N₆₀P₄₅K₄₅ + БЛЕК-ДЖЕК, де коефіцієнт кущення становив 1,28, а кількість вузлових коренів – 6,3 шт./рослину.

Такий ефект пов'язаний зі стимуляцією ферментативної активності препаратом БЛЕК-ДЖЕК, що сприяє прискореному утворенню вторинних коренів.

Загалом, встановлено, що мінеральне живлення в поєднанні з біостимуляторами значно покращує осінній розвиток озимої пшениці, забезпечуючи потужнішу кореневу систему та формування більш продуктивного стеблостою, що є критично важливим для успішної перезимівлі та подальшого формування врожаю.

Вживання рослин озимої пшениці у весняно-літній період є одним з найважливіших показників, який визначає подальше формування продуктивного стеблостою та потенційну врожайність культури. Саме у цей час рослини проходять низку критичних фаз – відновлення весняної вегетації, кущення, вихід у трубку, колосіння та налив зерна. Кожна з них потребує інтенсивного надходження поживних речовин, перш за все азоту, фосфору та калію, які визначають стійкість рослин до біотичних і абіотичних факторів.

Мінеральні добрива, особливо азотні, суттєво впливають на регенерацію кореневої системи після перезимівлі. Достатнє забезпечення азотом на початку відновлення вегетації активізує синтез білків, амінокислот та хлорофілу, що сприяє швидкому утворенню нових корневих волосків. Це підвищує здатність рослин поглинати воду та макроелементи в умовах дефіциту ґрунтової вологи, що часто спостерігається у Степу України. Дослідження показують, що внесення азотних добрив навесні підвищує виживання рослин у середньому на 3–7% порівняно з неудобреними ділянками.

Фосфор відіграє не менш важливу роль, оскільки забезпечує енергетичний обмін у період інтенсивного росту стебла та колосу. Рослини, які мають достатні фосфорні запаси, краще розвивають генеративні органи та характеризуються вищою стійкістю до температурних коливань, особливо у фазі виходу в трубку. Калій, у свою чергу, підвищує тургор тканин, регулює водний баланс та забезпечує стійкість рослин до посухи. Наявність калію у достатніх

концентраціях зменшує відсоток рослин, що вилягають або гинуть унаслідок різких температурних змін чи тривалої відсутності опадів.

Використання збалансованих норм NPK сприяє збереженню стеблостою протягом усього весняно-літнього періоду. На удобрених ділянках густота посівів до моменту завершення вегетації, як правило, залишається на 10–25 шт/м² вищою порівняно з контролем, що свідчить про підвищений рівень виживання. Внесення азотних добрив у підживлення (особливо N30–N60) забезпечує скорочення випадання рослин у фазах виходу в трубку та колосіння, знижуючи післязимові та весняні втрати на 15–20%.

Особливо чутливими до дефіциту живлення є рослини у період наливу зерна. У цей час азот і калій визначають стан асиміляційного апарату, стабільність фотосинтезу та тривалість активної вегетації листкового апарату. На неудобрених ділянках старіння й відмирання листків прискорюється, що призводить до значного зниження виживаності та майбутньої продуктивності. У варіантах із нормами N60P45K45 виживання рослин у період наливу зерна є стабільно вищим, що пов'язано зі зменшенням інтенсивності старіння та кращим функціонуванням кореневої системи.

Дослідження виживання рослин озимої пшениці показали суттєвий вплив систем удобрення та стимуляторів росту на збереження густоти стеблостою протягом зимово-весняного періоду. У контрольному варіанті густота рослин після припинення осінньої вегетації становила 386 шт/м², а до завершення вегетації вона зменшилася до 348 шт/м², що відповідає виживанню 90,2%. Таке зниження є типовим для умов Степу, де спостерігається нестійкий температурний режим та часті зимові відлиги, які послаблюють рослини (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Вживання рослин озимої пшениці залежно від удобрення
(середнє за 2024-2025 рр.)**

Варіант досліджу	Густота рослин, шт./м ²			Приріст до контролю, %	Вживання рослин, %
	Припинення вегетації	весняне відновлення вегетації	завершення вегетації		
1. Контроль (без добрив)	386	361	348	-	90,2
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	394	375	362	4,0	91,9
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	399	382	370	6,3	92,7
4. Оракул	390	370	358	2,9	91,8
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	404	388	377	8,3	93,3
6. БЛЕК ДЖЕК	387	366	353	1,4	91,2

У варіанті з внесенням N₆₀P₄₅K₄₅ спостерігалось підвищення зимостійкості рослин. Вживання досягало 91,9%, а кінцева густота становила 362 шт/м². Це свідчить про позитивний вплив збалансованого мінерального живлення на розвиток кореневої системи, що підвищує здатність рослин витримувати стреси зимового періоду.

Найвищі показники отримані у варіантах із застосуванням біостимуляторів разом із мінеральними добривами. Комбінація N₆₀P₄₅K₄₅ + БЛЕК-ДЖЕК забезпечила густоту 377 шт/м² та вживання 93,3%. Аналогічно, варіант N₆₀P₄₅K₄₅ + Оракул продемонстрував 370 шт/м² та вживання 92,7%. Біостимулятори, що містять амінокислоти, гумінові речовини та хелатні мікроелементи, покращують енергетичний обмін, підсилюють фотосинтетичні процеси та підвищують адаптивність рослин до низьких температур.

Варіанти із застосуванням лише стимуляторів (Оракул або БЛЕК-ДЖЕК) показали кращі результати порівняно з контролем, але дещо нижчі, ніж комбінації зі мінеральними добривами. Це свідчить про синергічний ефект поєднання NPK і біостимуляторів, який забезпечує максимально високий рівень зимостійкості та виживання рослин.

Загалом, комбінація N60P45K45 + БЛЕК-ДЖЕК виявилася найефективнішою, забезпечивши найвищу кінцеву густоту та приріст до контролю (понад 8%).

Проведений аналіз динаміки висоти рослин озимої пшениці у весняно-літній період засвідчує чітку залежність інтенсивності лінійного росту від рівня мінерального живлення та застосування рістстимулюючих препаратів. На етапі відновлення весняної вегетації рослини контрольного варіанта формували мінімальні показники висоти, що пов'язано з обмеженим мінеральним забезпеченням та нижчою активністю ростових процесів після зимового періоду.

Таблиця 4.5

**Висота рослин (см) у весняно-літній період вегетації
(середнє за 2024–2025 рр.)**

Варіант досліджу	Фази розвитку			
	відновлення весняної вегетації	вихід у трубку	колосіння	повна стиглість
1. Контроль (без добрив)	15	58	74	82
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	17	63	80	88
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	17	66	83	91
4. Оракул	16	61	78	86
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	18	67	85	93
6. БЛЕК ДЖЕК	16	62	79	87

У варіантах із внесенням N60P45K45 показники висоти зростали в середньому на 3–6 см, що свідчить про позитивний вплив збалансованого живлення на активацію меристематичної діяльності у вузлі кущення. Додаткове застосування препаратів Оракул та Блек Джек підсилювало інтенсивність росту, особливо в період виходу у трубку та колосіння, що зумовлено оптимізацією фотосинтетичної активності та покращенням обміну елементів живлення.

Найвищі показники висоти на всіх фазах розвитку спостерігалися у варіанті N60P45K45 + Блек Джек, де рослини досягали до 93 см на фазі повної стиглості, що перевищувало контроль на 11 см. Це свідчить про інтенсивніший ріст стебла, підвищену адаптивність до умов недостатнього зволоження та сформований потужніший листковий апарат.

Загалом, результати показують, що поєднання мінерального удобрення з комплексними біостимуляторами у Степу України є найбільш ефективною стратегією формування оптимальної висоти рослин, що безпосередньо впливає на продуктивність культури.

Дані таблиці свідчать, що застосування мінеральних добрив та регуляторів росту істотно впливає на формування структурних елементів врожаю озимої пшениці в умовах Степу України. Контрольний варіант характеризувався найменшими показниками: довжина колоса становила 7,8 см, кількість колосків – 17 шт., а маса зерен з одного колоса – лише 1,18 г. Це пояснюється низьким рівнем мінерального живлення та відповідно слабшим розвитком генеративних органів (табл. 4.6).

Застосування повної норми добрив N60P45K45 забезпечило збільшення довжини колоса до 8,6 см, а кількість зернин – до 40 шт., що свідчить про активізацію формування продуктивних стебел та покращення умов для фотосинтетичної діяльності рослин.

Найкращі результати продемонстрував варіант N60P45K45 + БЛЕК-ДЖЕК: довжина колоса досягла 9,1 см, кількість колосків – 20 шт., а кількість зерен – 45 шт. Це підкреслює високу ефективність поєднання мінерального живлення та

стимуляторів росту, що сприяють покращенню роботи кореневої системи, активнішому поглинанню елементів живлення та інтенсифікації обміну речовин.

Таблиця 4.6

**Характеристика формування колоса пшениці озимої за різних норм
удобрення**

Варіанти дослідів	Колос			
	довжина колоса, см	к-сть колосків у колосі, шт.	кількість зерен, шт.	маса зерен з одного колоса, г
1. Контроль (без добрив)	7,8	17	34	1,18
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	8,6	18	40	1,32
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	8,9	19	43	1,38
4. Оракул	8,2	18	38	1,29
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	9,1	20	45	1,44
6. БЛЕК ДЖЕК	8,5	18	39	1,31

Обробка лише стимулятором 'Блек-Джек' забезпечила помірне зростання елементів структури врожаю порівняно з контролем, однак поступалася варіантам із комплексним удобренням.

Отримані результати підтверджують, що оптимізація системи удобрення із застосуванням як мінеральних добрив, так і біостимуляторів забезпечує істотне покращення формування колоса та підвищення потенційної врожайності озимої пшениці в посушливих умовах Степу України.

У середньому за 2024–2025 рр. у зоні Степу України встановлено чітку залежність елементів структури врожаю озимої пшениці від застосованих добрив і стимуляторів росту. На контролі кількість продуктивних стебел становила лише

350 шт./м², що зумовило мінімальні значення маси зерна з колосу (1,18 г) та маси 1000 зерен (38,2 г). Внесення мінеральних добрив у нормі N60P45K45 суттєво збільшувало продуктивність посівів: кількість продуктивних стебел сягала 412 шт./м², а маса зерна з колосу – 1,32 г (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Елементи структури врожаю (середнє за 2024–2025 рр.)

Удобрення	Показники		
	Кількість продуктивних стебел, шт. /м ²	Маса зерна з колосу, г	Маса 1000 зерен, г
1. Контроль (без добрив)	350	1,18	38,2
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	412	1,32	41,5
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	428	1,38	43,1
4. Оракул	401	1,29	40,7
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	445	1,44	44,2
6. БЛЕК ДЖЕК	389	1,31	39,8

Найвищі показники встановлено у варіантах, де мінеральне живлення поєднувалося з застосуванням мікродобрив. У варіанті N₆₀P₄₅K₄₅ + Оракул кількість продуктивних стебел збільшилася до 428 шт./м², а маса 1000 зерен – до 43,1 г, що перевищувало контроль на 12%. Застосування комплексу N₆₀P₄₅K₄₅ + БЛЕК ДЖЕК забезпечило найвищу масу зерна з колосу (1,44 г) та масу 1000 зерен (44,2 г), що свідчить про інтенсивне формування генеративних органів і кращий налив зерна.

Обробка лише стимуляторами (Оракул, БЛЕК ДЖЕК) без мінерального фону мала позитивний, але помірний ефект. У цих варіантах маса 1000 зерен зростала порівняно з контролем, проте поступалася варіантам із комплексним удобренням. Це підтверджує, що в умовах Степу оптимальний розвиток рослин

забезпечується поєднанням мінерального живлення та органічно-мікроелементних добрив.

Таким чином, найбільш ефективною системою живлення виявилось поєднання N60P45K45 з мікродобривами, особливо БЛЕК ДЖЕК та Оракул, що комплексно покращувало стеблостій, масу зерна з колосу та вагу 1000 зерен.

Оптимізація мінерального живлення озимої пшениці є ключовим фактором підвищення її продуктивності в умовах Степу України, де поєднання високих температур, періодичних посух і нестабільного режиму опадів істотно впливають на формування врожаю. Сучасні дослідження свідчать, що максимальний ефект від удобрення досягається тоді, коли мінеральні добрива застосовують у комплексі зі стимуляторами росту. Таке поєднання поєднує дві різні, але взаємодоповнюючі дії: забезпечення рослин елементами живлення та активацію їхніх фізіолого-біохімічних процесів.

Мінеральні добрива насамперед забезпечують рослини макроелементами (азотом, фосфором, калієм), що визначають інтенсивність росту, розвиток кореневої системи та накопичення фотосинтетичної біомаси. Проте за несприятливих погодних умов навіть оптимальні дози добрив не завжди повністю реалізуються рослинами. Саме тому додаткове застосування стимуляторів росту дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин за рахунок інтенсифікації фізіологічних процесів, активації коренеутворення та підвищення стійкості до посухи.

У польових умовах поєднання базового удобрення (наприклад, N₆₀P₄₅K₄₅) зі стимуляторами росту забезпечує приріст урожайності в середньому на 0,35–0,75 т/га, залежно від погодних умов та ґрунтової забезпеченості. В умовах посухи ефект стає ще більш відчутним – завдяки зростанню стійкості рослин до термічного й водного стресу. Застосування хелатних мікродобрив у складі стимуляторів (міді, марганцю, цинку) сприяє інтенсифікації фотосинтезу та синтезу білка, що позитивно впливає на озерненість колоса і масу 1000 зерен.

Дослідження показують, що у варіантах із комбінованим застосуванням добрив і стимуляторів відмічається збільшення кількості продуктивних стебел на 22–35 шт./м², подовження колоса на 0,3–0,8 см та зростання кількості зерен у колосі на 2–5 шт. Крім того, маса зерна з одного колоса збільшується на 0,04–0,10 г, а маса 1000 зерен – на 1,5–3,2 г порівняно з традиційною мінеральною системою удобрення.

Дані таблиці свідчать, що в умовах Степу України рівень удобрення суттєво впливає на врожайність пшениці озимої, особливо за різких відмінностей у зволоженні між роками. У 2024 році, який характеризувався достатніми опадами восени та помірним дефіцитом вологи навесні, врожайність у всіх варіантах перебувала на рівні понад 4,2 т/га. Максимальні значення отримано за поєднання N60P45K45 із біостимуляторами Оракул та БЛЕК-ДЖЕК (4,92–5,03 т/га), що свідчить про підвищення інтенсивності формування генеративних органів під дією комплексного живлення (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Урожайність пшениці озимої залежно від удобрення

Удобрення	Роки		
	2024	2025	Середнє
1. Контроль (без добрив)	4,25	3,10	3,68
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	4,78	3,65	4,22
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	4,92	3,72	4,32
4. Оракул	4,55	3,48	4,02
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	5,03	3,89	4,46
6. БЛЕК ДЖЕК	4,61	3,42	4,01
НІР ₀₅	0,21	0,18	-

У 2025 році врожайність істотно знизилася через критичну нестачу вологи у фазі виходу в трубку та колосіння, що характерно для посушливих років у Степу. За таких умов рівень урожайності в контролі не перевищував 3,1 т/га, тоді як застосування повного добрива N60P45K45 забезпечило приріст на 0,55 т/га. Найвищу врожайність у посушливому році показав варіант поєднання мінерального живлення із біостимуляторами (+0,79 т/га до контролю), що вказує на їх здатність посилювати водоутримувальні та антистресові механізми рослин.

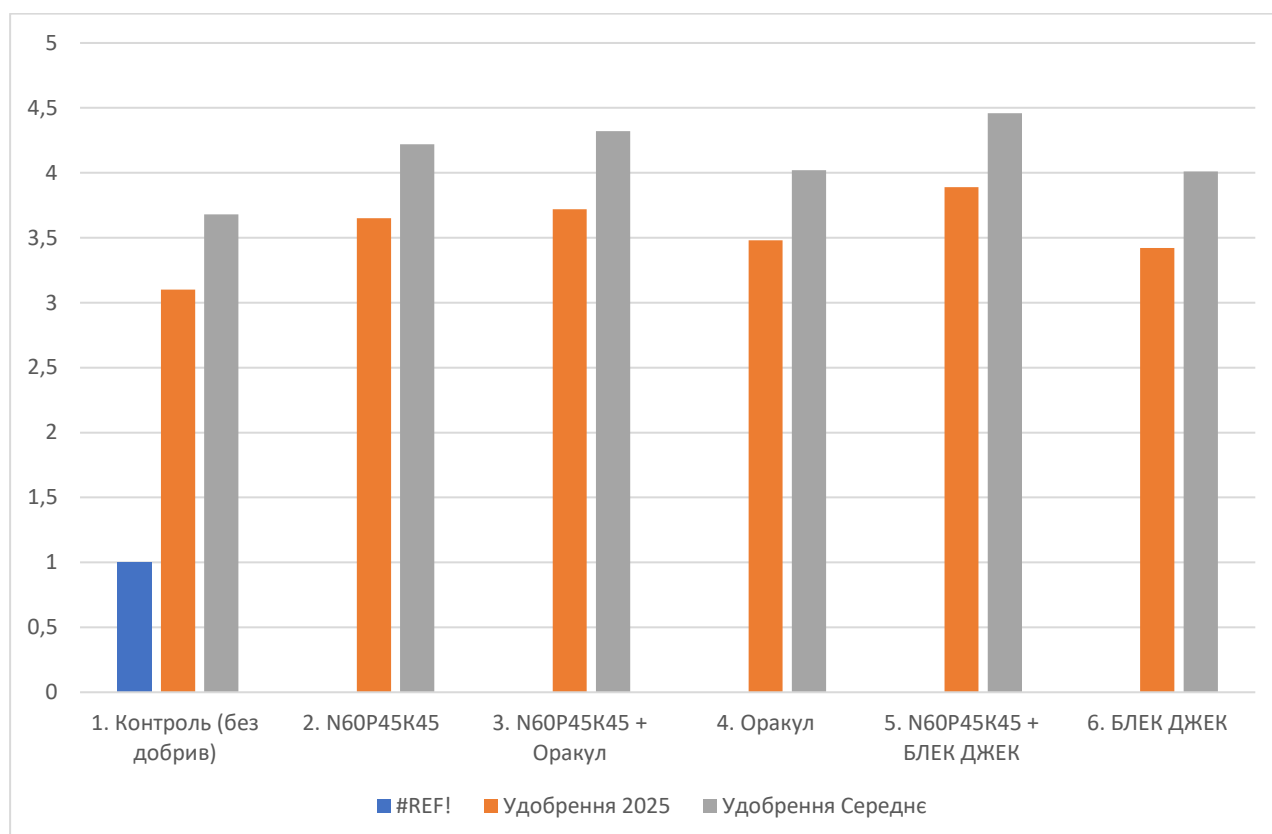


Рис. 4.1 Урожайність пшениці озимої залежно від удобрення

У середньому за два роки найпродуктивнішими виявилися варіанти N60P45K45 + БЛЕК-ДЖЕК (4,46 т/га) та N60P45K45 + Оракул (4,32 т/га), що на 0,78–0,92 т/га перевищувало контроль. Таким чином, на фоні різкого контрасту погодних умов застосування збалансованих мінеральних добрив у поєднанні з антистресовими препаратами є ключовим фактором стабілізації продукційного процесу пшениці озимої в зоні Степу.

Отримані результати свідчать про істотний вплив рівня мінерального живлення та застосування біостимуляторів на формування якісних показників зерна пшениці озимої в умовах Степу України. В умовах контрольного варіанту, де добрива не застосовувалися, показники натури та маси 1000 зерен виявилися мінімальними, що обумовлено недостатнім забезпеченням рослин доступними формами поживних елементів у критичні фази органогенезу. Натура зерна становила 730 г/л, що відображає знижену виповненість зернівок та вплив високих температур на процеси наливу зерна. Подібна тенденція простежується і щодо маси 1000 зерен, яка становила лише 38,2 г, що притаманно рослинам із обмеженою фотосинтетичною активністю та слабкою роботою прапорцевого листка у період завершення вегетації (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

**Вплив рівня удобрення на якість зерна пшениці озимої
(середнє за 2024-2025 рр.)**

Варіант	Натура зерна, г/л	Маса 1000 зерен, г	Вміст білка, %	Вихід білка, ц/га	Приріст білка, %
1. Контроль (без добрив)	730	38,2	12,1	4,32	-
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	745	41,5	12,9	5,18	19
3. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	752	43,1	13,3	5,48	27
4. Оракул	738	40,7	12,6	4,89	13
5. N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	758	44,2	13,7	5,71	32
6. БЛЕК ДЖЕК	742	39,8	12,8	4,95	15

Внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₄₅K₄₅ забезпечило суттєве покращення технологічних і фізіологічних показників зерна. Зростання натури до 745 г/л і маси 1000 зерен до 41,5 г свідчить про стабілізацію живлення рослин, посилення асиміляційної здатності та покращення транспорту пластичних речовин до колоса. Оптимізація мінерального живлення сприяла також

зростанню вмісту сирого білка з 12,1 до 12,9 %, що підтверджує підвищення ефективності використання азоту у процесах білкового синтезу.

Найвищі показники якості зерна зафіксовано у варіантах, де мінеральне удобрення поєднувалося зі стимуляторами росту. Комбінація $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Оракул забезпечила натуру зерна на рівні 752 г/л, масу 1000 зерен 43,1 г та підвищення вмісту білка до 13,3 %. Зростання цих показників свідчить про те, що застосування регулятора росту посилює кореневе живлення, подовжує активність листкового апарату у фазі наливу зерна та сприяє оптимізації перебігу метаболічних процесів. Особливо суттєве покращення білкової продуктивності відзначено у цьому варіанті, де вихід білка з одиниці площі перевищував контроль на 27 %.

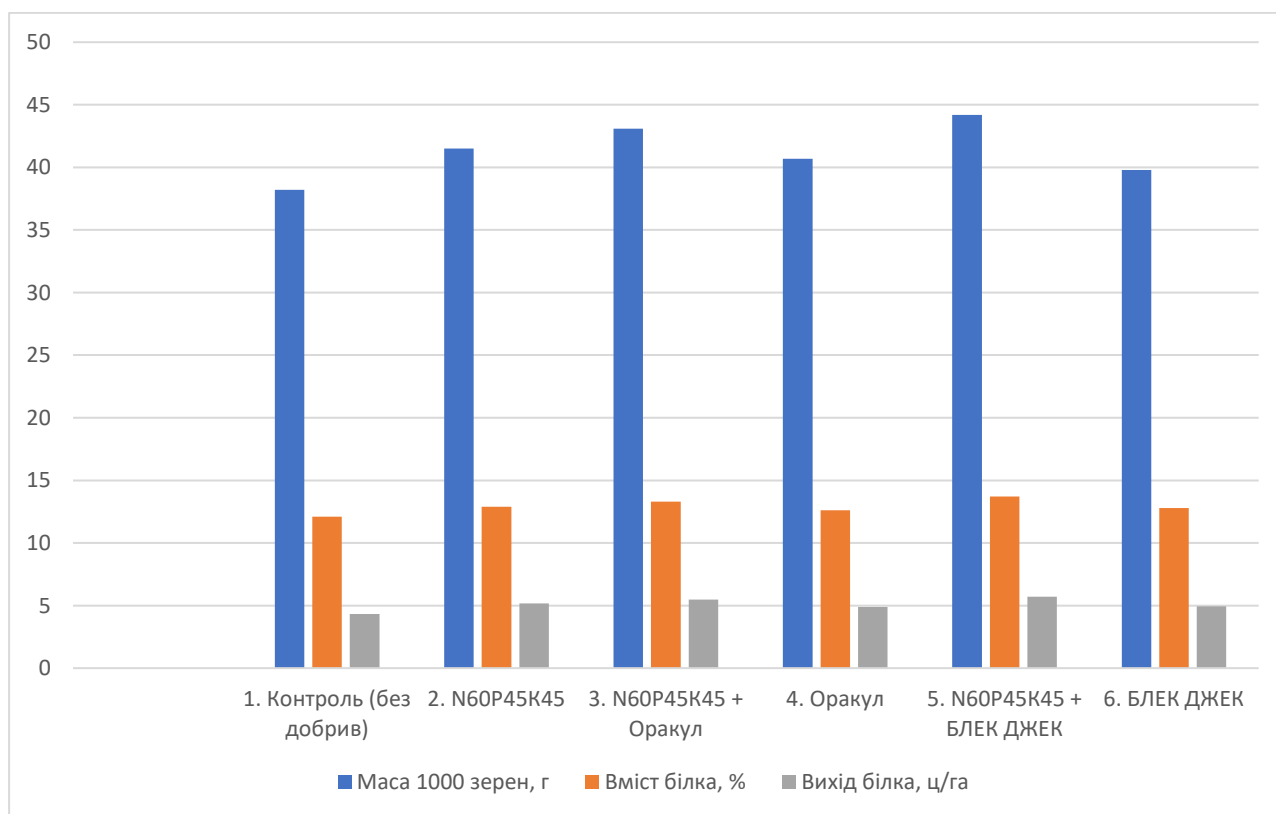


Рис. 4.2 Вплив рівня удобрення на якість зерна пшениці озимої

Максимальний позитивний ефект отримано за поєднання $N_{60}P_{45}K_{45}$ зі стимулятором БЛЕК-ДЖЕК. Зростання натуре зерна до 758 г/л та маси 1000 зерен до 44,2 г свідчить про глибоку активацію фізіологічних процесів,

відповідальних за формування ендосперму. Значення вмісту білка у цьому варіанті становило 13,7 %, що перевищує контроль на 1,6 %. Високий вихід білка (5,71 ц/га) підтверджує переваги комплексного застосування мінерального живлення та біостимулятора, особливо в умовах нестачі вологи, коли ефективність використання макроелементів істотно знижується.

Варіант із застосуванням лише БЛЕК-ДЖЕК також демонстрував позитивні зміни у якісних показниках зерна, хоча й поступався комбінованим схеми удобрення. Це свідчить про здатність біостимулятора частково компенсувати дефіцит елементів живлення шляхом активації ферментативних і антиоксидантних систем рослин, що дозволяє стабілізувати формування елементів структури врожаю навіть без внесення мінеральних добрив.

Загалом експериментальні дані підтверджують, що якість зерна пшениці озимої формується як результат взаємодії мінерального живлення та регуляторів росту, причому їх одночасне застосування має синергічний ефект. Найкращі показники досягнуто у варіантах $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Оракул та $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК, що свідчить про високу ефективність комплексних технологій удобрення в умовах Степу України. Враховуючи агрокліматичні особливості регіону, оптимізація мінерального живлення в поєднанні зі стимуляторами росту є одним із найбільш результативних шляхів підвищення як якісних, так і кількісних показників продуктивності пшениці озимої.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна оцінка ефективності технологічних заходів у вирощуванні пшениці озимої є важливим інструментом для визначення доцільності застосування різних систем удобрення та біостимуляторів у виробничих умовах Степу України. Специфіка цього регіону характеризується високою континентальністю клімату, дефіцитом вологи впродовж весняно-літнього періоду та різкими коливаннями температурного режиму, що зумовлює підвищені вимоги до раціонального використання добрив та регуляторів росту. Проведені дослідження дозволили комплексно зіставити не лише врожайність, а і структуру виробничих витрат, валову продукцію, чистий прибуток та рівень рентабельності за кожним варіантом удобрення.

Найнижчі показники врожайності спостерігалися у контрольному варіанті без внесення добрив, де рівень продуктивності становив у середньому 3,68 т/га. За таких умов валова продукція досягала лише 36800 грн/га, що при виробничих затратах 21500 грн/га забезпечило чистий прибуток 15300 грн/га та рентабельність на рівні 71,2 %. Такі значення є типовими для виробничих систем Степу за відсутності внесення мінерального живлення, адже рослини повністю залежать від природної доступності елементів живлення, яка за умов обмеженої вологості та низької біологічної активності ґрунту є недостатньою для формування високої продуктивності. Контрольний варіант підтверджує неможливість забезпечення стабільного економічного результату без застосування елементів інтенсифікації.

Помітне зростання економічних показників простежується після внесення фонового удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$. Врожайність у цьому варіанті збільшилася до 4,22 т/га, а вартість валової продукції досягла 42200 грн/га, що забезпечило чистий прибуток 19100 грн/га. Рентабельність підвищилася до 82,7 %, а окупність витрат – до 1,83 грн. Зростання врожайності зумовлене збалансованим співвідношенням

елементів живлення, що оптимізує перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема азотного та фосфорного обміну. Це підтверджує необхідність достатнього забезпечення культури основними макроелементами навіть за умов обмеженої вологи.

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування пшениці озимої
(середнє за 2024–2025 рр.)**

Показники	Варіанти захисту					
	Контроль	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + Оракул	Оракул	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + БЛЕК ДЖЕК	БЛЕК ДЖЕК
Врожайність, т/га	3,68	4,22	4,32	4,02	4,46	4,01
Ціна 1 т, грн	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Вартість валової продукції, грн	36800	42200.0	43200.0	40200.0	44600.0	40100.0
Виробничі витрати, грн/га	21500	23100	23900	22800	24100	22700
Чистий прибуток, грн/га	15300	19100	19300	17400	20500	17400
Рівень рентабельності, %	71,2	82,7	80,8	76,3	85,1	76,7
Окупність витрат, грн	1,71	1,83	1,81	1,76	1,85	1,76

Поєднання добрив N₆₀P₄₅K₄₅ з біостимулятором Оракул продемонструвало подальше зростання продуктивності до 4,32 т/га. Валова продукція у цьому варіанті становила 43200 грн/га, чистий прибуток – 19300 грн/га, а рівень рентабельності – 80,8 %. Незважаючи на дещо вищі витрати порівняно з

попереднім варіантом, застосування біостимулятора забезпечило додатковий приріст урожаю внаслідок активізації фотосинтезу, посилення росту кореневої системи та підвищення стійкості рослин до несприятливих умов. Біостимулятори відіграють важливу роль у мінімізації втрат продуктивності в умовах дефіциту природних ресурсів.

У варіанті з використанням лише препарату Оракул врожайність становила 4,02 т/га, що нижче порівняно з варіантом фонового внесення добрив. Така тенденція свідчить про те, що біостимулятор не може компенсувати дефіцит елементів живлення, проте забезпечує стабільний розвиток рослин і формування кращих показників порівняно з контролем. Чистий прибуток за цього варіанту становив 17 400 грн/га, а рівень рентабельності – 76,3 %, що підтверджує доцільність застосування стимуляторів росту навіть у ресурсозберігаючих системах.

Найвищі економічні результати отримано у варіанті $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК. Врожайність досягла 4,46 т/га, валова продукція – 44600 грн/га, чистий прибуток – 20500 грн/га. Рентабельність становила 85,1 %, а окупність – 1,85 грн на кожен витрачений гривню. Поєднання мінерального живлення зі стимулятором покращувало водний режим, забезпечувало рівномірнішу диференціацію продукційних органів і сприяло формуванню більшої маси зерна. Це свідчить про високу ефективність комплексного підходу до удобрення пшениці озимої за умов контрастної кліматичної мінливості Степу.

Варіант застосування стимулятора БЛЕК-ДЖЕК без фонового удобрення продемонстрував врожайність 4,01 т/га та чистий прибуток 17400 грн/га. Незважаючи на нижчі показники порівняно зі схемами із внесенням НРК, біостимулятор забезпечив істотну прибавку продуктивності та значно вищі економічні показники, ніж у контролі. Це доводить, що біостимулятори можуть частково компенсувати ресурсні обмеження, проте максимальна реалізація

потенціалу культури досягається лише за збалансованого поєднання добрив і препаратів фізіологічної дії.

Порівняльний аналіз показав, що найвищу економічну ефективність забезпечує комбіноване використання NPK та стимулятора БЛЕК-ДЖЕК, що проявляється у формуванні найвищої врожайності, а також максимального рівня прибутку та рентабельності. Застосування лише добрив або лише стимуляторів забезпечує помітно нижчий економічний ефект, але суттєво переважає контрольний варіант.

Отже, для виробничих умов Степу України оптимальною є система, що поєднує мінеральне живлення та стимуляцію ростових процесів, адже така технологія дозволяє компенсувати негативний вплив кліматичних стресів і забезпечити стабільність економічних показників.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Система охорони праці в ТОВ «НІКА АГРО 2020» організована як комплексний механізм забезпечення безпеки, здорових умов праці та профілактики виробничого травматизму для всіх працівників, залучених до технологічних процесів вирощування, догляду, удобрення та збирання сільськогосподарських культур, зокрема гречки. Діяльність підприємства у сфері охорони праці здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, нормативно-правових актів з техніки безпеки та галузевих стандартів щодо експлуатації машин, механізмів і агрохімікатів.

У структурі підприємства функціонує служба охорони праці, на яку покладено завдання щодо впровадження профілактичних заходів, моніторингу стану робочих місць і контролю за дотриманням вимог техніки безпеки. Вона організовує проведення вступного інструктажу для новоприйнятих працівників, первинного інструктажу на робочому місці, а також періодичних та цільових інструктажів залежно від специфіки технологічних операцій. Особливу увагу приділяють працівникам, які виконують роботи підвищеної небезпеки, включаючи обслуговування тракторів, культиваторів, обприскувачів, комбайнів та зерноочисного обладнання.

ТОВ «НІКА АГРО 2020» забезпечує працівників повним комплектом засобів індивідуального захисту: спецодягом, робочим взуттям, захисними рукавицями, респіраторами, окулярами та іншими засобами, що відповідають типам виконуваних робіт. Для запобігання професійним захворюванням та впливу шкідливих виробничих факторів працівники проходять регулярні медичні огляди, а особи, які працюють із пестицидами і агрохімікатами, – обов'язкову спеціальну підготовку та медичний контроль.

Враховуючи, що на території Кам'янського району переважають підвищені температури влітку, низька відносна вологість і ризик виникнення пилових бур, значна увага приділяється контролю технічного стану машин і механізмів перед їх виходом у поле. Усі трактори, комбайни, агрегати для внесення добрив, оприскувачі та ґрунтообробна техніка проходять передрейсові та післярейсові огляди. Перевіряються гальмівні системи, рульове керування, гідравлічні вузли, сигнальні прилади, блокувальні механізми, а також заземлення та можливі витoki пального чи мастил. Робота з технікою, що має несправності або ознаки небезпечної експлуатації, суворо забороняється.

У господарстві значна частина технологічних операцій передбачає використання пестицидів, мінеральних добрив, регуляторів росту та протруйників насіння. Робота з хімічними речовинами здійснюється виключно навченим персоналом, який має відповідні посвідчення. Зберігання препаратів організоване у спеціально обладнаному складському приміщенні, де встановлена примусова вентиляція, протипожежні щити, попереджувальні знаки, інвентар для нейтралізації можливих витоків. Обробіток посівів проводять тільки за сприятливих метеорологічних умов – у ранкові або вечірні години, за відсутності поривів вітру, що перевищують 3 м/с, відповідно до інструкцій виробників препаратів.

Особливе місце в системі охорони праці ТОВ «НІКА АГРО 2020» займає забезпечення пожежної безпеки, оскільки посушливі умови Степу, наявність сухої рослинної маси та значні площі посівів створюють реальні ризики виникнення пожеж. На підприємстві передбачені пожежні водойми, резервуари з водою, ящики з піском, гідранти та переносні вогнегасники. Всі складські та виробничі приміщення обладнані блискавкозахисними системами. На території визначено спеціальні місця для паління, позначені попереджувальними знаками. Використання відкритого вогню в зоні посівів, на місцях зберігання палива, мастил та добрив суворо заборонено.

Для запобігання аваріям та мінімізації можливих ризиків підприємство впровадило систему внутрішнього контролю за станом виробничих будівель, електромереж, вентиляційних систем та паливних ємностей. Регулярно проводяться технічні огляди і профілактичні ремонти, а відповідальні особи контролюють дотримання вимог електробезпеки, правил роботи в умовах підвищеної температури та заходів запобігання тепловому удару.

На підприємстві діє система цивільного захисту, що включає план реагування на надзвичайні ситуації природного, техногенного та соціального характеру. План передбачає порядок оповіщення працівників, дії у разі пожежі, аварійної зупинки техніки, витоку палива або мастил, ураження електричним струмом, настання небезпечних метеорологічних явищ, таких як буревій, гроза, град або сильні зливи. Працівників навчають алгоритмам евакуації, методам надання першої долікарської допомоги та взаємодії з аварійно-рятувальними службами.

Таким чином, у ТОВ «НІКА АГРО 2020» сформована сучасна й ефективно функціонуюча система охорони праці, побудована на принципах профілактики, мінімізації виробничих ризиків та підвищення рівня відповідальності кожного працівника. Реалізація технічних, санітарно-гігієнічних та організаційних заходів забезпечує безпечне ведення сільськогосподарського виробництва, сприяє збереженню життя і здоров'я працівників та забезпечує належний рівень готовності підприємства до дій у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У результаті комплексних дворічних досліджень у зоні Степу України встановлено чітку залежність продукційного процесу озимої пшениці від рівня мінерального живлення та застосування стимуляторів росту. Доведено, що стартові етапи органогенезу істотно визначають зимостійкість та подальший розвиток культури, а їх перебіг значною мірою залежить від забезпеченості рослин доступними формами азоту, фосфору та калію. На контролі без удобрення виявлено мінімальні показники польової схожості, слабкий розвиток кореневої системи та низькі значення коефіцієнта кущення, що зумовлює формування менш продуктивного стеблостою перед входженням у зимівлю.

1. Застосування фонового мінерального живлення $N_{60}P_{45}K_{45}$ достовірно покращувало фізіологічний стан рослин, підвищувало польову схожість на 1,5–2,0 %, скорочувало тривалість періоду сівба–сходи, сприяло кращому розвитку вузлових коренів та забезпечувало вищі показники виживання до завершення вегетації. Це створювало сприятливіші умови для формування генеративних органів і визначало вищий потенціал урожайності в порівнянні з неудобреним фоном.
2. Найвищу ефективність було зафіксовано у варіантах, де мінеральне живлення поєднувалося зі стимуляторами росту Оракул і БЛЕК-ДЖЕК. Такі поєднання забезпечували прискорений розвиток кореневої системи, підвищували коефіцієнт кущення (до 1,23–1,28), покращували висоту рослин на всіх фазах розвитку і істотно збільшували кількість продуктивних стебел (до 445 шт./м²). Біостимулятори активізували ферментативні та метаболічні процеси, підвищували адаптивні можливості рослин, а також сприяли ефективнішому використанню елементів живлення, що є критично важливим у посушливих умовах Степу.
3. Комплексні системи удобрення забезпечили істотне покращення елементів структури врожаю. Варіанти $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Оракул та $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК

достовірно переважали контроль за довжиною колоса, кількістю колосків, кількістю зерен у колосі та масою зерна з одного колоса. Зазначені варіанти характеризувалися найбільшою масою 1000 зерен (43,1–44,2 г), що підтверджує посилення процесів наливу зерна та оптимізацію фотосинтетичної продуктивності.

4. Рівень урожайності істотно залежав від погодних умов. У 2024 році застосування мінерального живлення та біостимуляторів забезпечувало 4,78–5,03 т/га, тоді як у більш посушливому 2025 році врожайність знизилася до 3,65–3,89 т/га. Попри це, комбінації добрив і біостимуляторів зберігали істотну перевагу над контролем, підтверджуючи стабілізуючу роль таких систем у стресових умовах.
5. Встановлено не лише кількісну, а й якісну відповідь культури на застосування добрив і стимуляторів. Найвищі показники натури зерна, маси 1000 зерен та вмісту білка сформовані у варіантах $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Оракул та $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК. Зростання вмісту білка до 13,7 % та збільшення виходу білка до 5,71 ц/га свідчить про оптимізацію азотного обміну і підтримку високої активності асиміляційного апарату у фазі наливу зерна.
6. Економічні результати підтвердили агрономічні висновки. Найвищий чистий прибуток (20500 грн/га), рівень рентабельності (85,1 %) та окупність витрат (1,85 грн на вкладену гривню) досягнуто у варіанті $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК. Поєднання NPK із біостимуляторами забезпечувало найбільш раціональне використання ресурсів та найвищий економічний ефект, тоді як застосування стимуляторів без мінерального живлення демонструвало позитивний, але помітно нижчий рівень ефективності.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів рекомендовано впроваджувати системи удобрення, що передбачають поєднання мінерального живлення та біостимуляторів росту. Умови Степу України характеризуються нестабільним водозабезпеченням, високою амплітудою температур та часто повторюваними періодами весняних і літніх посух, тому технології вирощування повинні бути спрямовані на стабілізацію фізіологічних процесів рослин і підвищення ефективності використання елементів живлення. У цьому контексті застосування повної норми добрив $N_{60}P_{45}K_{45}$ має розглядатися як базова складова інтенсивної технології вирощування пшениці озимої у регіоні.

Доцільним є використання рідких комплексних добрив і хелатних мікроелементних препаратів типу Оракул і БЛЕК-ДЖЕК у бакових сумішах із позакореневим підживленням, що дозволяє підвищити доступність елементів живлення та активізувати метаболічні процеси в критичних фазах онтогенезу. Найбільший ефект очікується за внесення таких препаратів у фазах кущення та початку виходу в трубку, коли потреба рослин у мікроелементах та біологічно активних речовинах є максимальною.

Рекомендується впровадження схем удобрення, які передбачають комбіноване застосування НРК та біостимуляторів, зокрема системи $N_{60}P_{45}K_{45}$ + БЛЕК-ДЖЕК або $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Оракул. Такі поєднання забезпечують підвищення зимостійкості, прискорений розвиток кореневої системи, оптимізацію ростових процесів та стабільне формування генеративних органів навіть у роки з дефіцитом вологи. Для господарств, що працюють у зонах ризикованого землеробства, зазначені системи дозволяють гарантовано підтримувати врожайність на рівні 4,2–4,5 т/га навіть у посушливі роки.

Для ресурсозберігаючих технологій можливе використання стимуляторів росту без фонового внесення мінеральних добрив, але такі схеми доцільно застосовувати лише за умов достатнього природного забезпечення ґрунту елементами живлення. У виробничій практиці рекомендовано застосовувати

стимулятори не як альтернативу добривам, а як доповнення до основної системи живлення.

У системі удобрення озимої пшениці доцільно передбачати обов'язкове весняне азотне підживлення у нормі N30–40 для компенсації втрат азоту та забезпечення активного нарощування біомаси після відновлення вегетації. У поєднанні з рідкими стимуляторами таке підживлення забезпечує синергічний ефект і підвищує інтенсивність використання азоту рослинами.

Економічний аналіз свідчить, що найбільш рентабельною є система, яка поєднує внесення NPK та препаратів БЛЕК-ДЖЕК, тому така технологія повинна мати пріоритет при плануванні виробничих витрат. У господарствах із високою часткою посушливих років рекомендовано робити акцент саме на системах із підсиленою антистресовою дією, оскільки вони не лише збільшують урожайність, а й забезпечують стабільність прибутковості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко, П. І., Бобро М. І. Вплив мінеральних добрив на продуктивність озимої пшениці в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*, 2021, № 1, с. 12–18.
2. Гамаюнова, В. В., Удовицький Р. В. Реакція сортів озимої пшениці на різні системи удобрення. *Вісник аграрної науки*, 2022, № 3, с. 45–53.
3. Лихочвор, В. В., Петриченко В. Ф. *Агрономія: рослинництво, удобрення, ґрунтознавство*. Львів: НВФ «Українські технології», 2021.
4. Собко, Г. М. Формування продуктивності пшениці озимої залежно від строків та систем удобрення. *Землеробство*, 2020, № 2, с. 21–27.
5. Шевчук, М. І., Гальчинська Ю. М. Ефективність рідких добрив і мікроелементів у технології озимої пшениці. *Агрохімія і ґрунтознавство*, 2022, № 4, с. 8–16.
6. Дегодюк, С. Г., Мулярчук А. О. Вплив систем удобрення на продуктивність зернових культур. *Вісник Сільськогосподарської науки*, 2023, № 7, с. 31–38.
7. Циліорик, О. І., Ващенко С. В. Продуктивність озимої пшениці за різного живлення в умовах Степу. *Бюлетень Інституту рослинництва*, 2021, № 25, с. 55–63.
8. ваненко, А. Г. Фізіологічні основи засвоєння азоту озимою пшеницею. *Фізіологія рослин*, 2020, № 3, с. 14–22.
9. Лісовий, М. М., Лісова Г. М. Вплив норм азоту на формування врожайності пшениці озимої. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 2023, № 92, с. 65–72.
10. Мусієнко, М. М., Мазур І. П. *Фізіологія рослин*. Київ: Ліра-К, 2020.
11. Fageria N. K. *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Press, 2021.
12. Peterson G. A., Westfall D. G. Managing nitrogen in dryland winter wheat. *Agronomy Journal*, 2021, Vol. 113, p. 354–365.
13. Zhang X., Chen S. Role of micronutrients in enhancing wheat resilience. *Field Crops Research*, 2022, Vol. 286, p. 108–122.
14. IUSS Working Group WRB. *World Reference Base for Soil Resources 2022*. FAO: Rome.

15. FAO. *Global Wheat Production and Sustainability Report*. Rome, 2023.
16. USDA. *Wheat Outlook*. Economic Research Service, 2024.
17. Лук'яненко, А. П., Коноваленко М. І. Реакція озимої пшениці на удобрення в різних ґрунтово-кліматичних умовах. *Агроекологічний журнал*, 2020, № 4, с. 39–47.
18. Кириленко, В. В. Оптимальні співвідношення N:P:K для озимої пшениці. *Агрохімія*, 2023, № 1, с. 26–32.
19. Ушкаренко, В. О., Голобородько С. П. Методика польових дослідів. Херсон: Айлант, 2020.
20. Патица, В. П., Макарчук О. О. Мікроелементи в ґрунтах Степу та їх вплив на продукційні процеси пшениці. *Ґрунтознавство*, 2021, № 1, с. 55–63.
21. Камінська, О. М. Функціонування фотосинтетичного апарату озимої пшениці за дії мікродобрив. *Фізіологія та біохімія рослин*, 2022, № 2, с. 22–29.
22. Кравченко, С. О., Серета М. М. Ефективність позакоренових підживлень пшениці озимої. *Вісник Полтавської ДАУ*, 2021, № 4, с. 12–19.
23. Козечко В.І. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування показників якості зерна пшениці озимої в умовах північного Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2014. Випуск № 2. С. 67–73
24. Козечко В. І. Реакція сортів пшениці озимої на окремі елементи технології вирощування по ріпаку ярому в умовах північного Степу України. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. Дніпропетровськ, 2011. № 2. С. 10–13
25. Козечко В. І. Формування надземної маси досліджуваних сортів пшениці озимої в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв. 2014. Вип. №2 (78). С. 150–156
26. Ільїна, О. В. Динаміка розвитку кореневої системи та її роль у формуванні врожаю пшениці. *Агроекологія*, 2020, № 3, с. 72–81.
27. Чепляка, А. В. Формування елементів структури врожаю озимої пшениці за різних систем удобрення. *Землеробство*, 2022, № 1, с. 17–25.
28. Дутко, А. І. Технологічні чинники підвищення врожайності зернових культур. *Технологія виробництва та переробки продукції рослинництва*, 2020, № 4, с.

- 13–21.
29. Мартинюк, І. В. Реакція озимої пшениці на поєднання мінеральних добрив і стимуляторів росту. *Агробізнес сьогодні*, 2023, № 10, с. 44–49.
30. Prasad R., Power J. F. Soil fertility and wheat yield trends. *Journal of Plant Nutrition*, 2021, Vol. 44, p. 2130–2145.
31. Luo Y., Zhang Q. Nitrogen efficiency in wheat under stress. *Plant and Soil*, 2022, Vol. 474, p. 389–402.
32. Ali R., Hussain M. Foliar nutrition impact on wheat productivity. *International Journal of Agronomy*, 2023, Article ID 551289.
33. Semenov M. A. Climate impacts on wheat performance. *Agricultural Systems*, 2024, Vol. 207, p. 103–117.
34. Гамаюнова, В. В. *Ґрунтознавство і агрохімія*. Миколаїв: МНАУ, 2021.
35. Мазур, Г. А., Ткач В. М. Позакореневе підживлення як фактор стабілізації продуктивності озимої пшениці. *Агрохімія і ґрунтознавство*, 2023, № 3, с. 33–41.
36. Коваленко, С. В. Екологічна оцінка систем удобрення зернових. *Екологія довкілля*, 2020, № 5, с. 48–57.
37. Личак, О. М., Іванюк Р. С. Реакція рослин на стрес за дії стимуляторів росту. *Сучасна агробіологія*, 2024, № 2, с. 19–30.
38. Яцук, І. П. Біостимулятори: механізми дії та ефективність у посухостресових умовах. *Агроекологічний журнал*, 2023, № 6, с. 10–18.
39. Tarafdar J. C., Biswas D. Improving nutrient uptake in wheat under limited moisture. *Crop Science*, 2021, Vol. 61, p. 2500–2514.
40. Khokhar M. I., Mahmood A. Wheat growth responses to seed treatments and foliar stimulants. *Cereal Research Communications*, 2023, Vol. 51.
41. Wang P., Huang S. Heat and drought stress influence on wheat yield components. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2024, Vol. 210.
42. Дослідницька станція НААН України. Рекомендації щодо удобрення зернових культур. Київ, 2022.
43. Інститут землеробства НААН. *Методика проведення польових дослідів*. Київ,

2020.

44. Ковтун, С. І. Функціонування фотосинтезу озимої пшениці за різного живлення. *Біологічні системи*, 2021, № 13, с. 81–89.
45. Гуменюк, О. Д. Роль мікроелементів у формуванні якості зерна. *Зернові культури*, 2023, № 2, с. 61–70.
46. Поліщук, І. В. Використання гуматів і хелатів у рослинництві. *Сільське господарство та лісівництво*, 2020, № 8, с. 26–33.
47. Медведєв, В. В. Сучасні тенденції розвитку агрохімії в умовах змін клімату. *Агрохімія*, 2024, № 2, с. 9–18.