

УДК 633.11:631.53.04

Формування врожайності озимої пшениці залежно від системи удобрення.
Кішовар Л.В. - Кваліфікаційна робота. Кафедра технологій у рослинництві. -
Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

85 с. текст., част., 9 табл., 10 рис., 75 джерел.

За результатами проведених досліджень встановлено оптимальну систему удобрення для вирощування озимої пшениці сорту Чірон за інтенсивною технологією. Система удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ (N_{50} у фазу кушіння + N_{60} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59)) забезпечила найбільш повну реалізацію потенціалу продуктивності рослин, створюючи оптимальні умови для формування репродуктивних органів та накопичення зернової маси. Довжина колоса була на рівні 8,9 см, кількість колосків - 18,4 штук, кількість зерен - 34,4 штук, а маса зерна з колоса - 1,56 грама. Збільшення норми мінерального удобрення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до врожайності 74,4 ц/га з приростом 30,8 ц/га або 43,0% відносно норми удобрення $N_{40}P_{20}K_{30}$. За результатами розрахунків економічної ефективності система удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ (N_{40} у фазу кушіння + N_{50} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59)) продемонструвала найвищу економічну ефективність, оскільки забезпечила оптимальний баланс між витратами на добрива та підвищенням урожайності. Рівень умовно чистого прибутку становив 30130 грн/га, а рівень рентабельності був найвищим по досліді 87,59 %. В таких умовах урожайність зерна зростала до рівня, що дозволяє покривати витрати на добрива та забезпечувати прибуток. Найбільша енергетична ефективність $K_{ee} = 2,76$ спостерігалася при застосуванні системи удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$, що забезпечує оптимальний баланс між врожайністю і витратами енергії.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Стан і перспективи вирощування озимої пшениці в Україні та світі	10
1.2 Вимоги сучасних сортів озимої пшениці до умов вирощування	13
1.3 Формування врожайності озимої пшениці за впливу мінеральних добрив	18
2. ГРУНТОВО – КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1 Ґрунтово – кліматичні умови проведення досліджень	25
2.2 Методичні та агротехнічні умови проведення досліджень	30
3. УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ	33
3.1 Польова схожість насіння пшениці озимої залежно від системи удобрення	33
3.2 Зимостійкість рослин пшениці озимої залежно від системи удобрення	34
3.3 Густота і коефіцієнт куціння рослин пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення	36
3.4 Структура елементів врожайності озимої пшениці залежно від системи удобрення	41
3.5 Урожайність озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення	44
3.6 Якісні показники зерна пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення	48
3.7 Економічна ефективність вирощування сорту пшениці озимої Чірон залежно від системи удобрення	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА	

НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	59
5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО	
СЕРЕДОВИЩА.....	63
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	66
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	69
ДОДАТКИ	79
Додаток А	80
Додаток Б	84
Додаток В	85

ВСТУП

Актуальність теми. Особливістю сучасного підходу до вирощування озимої пшениці є не просте механічне застосування технологічних прийомів, а глибокий, науково обґрунтований вплив на формування продуктивності рослин. Кожен етап органогенезу розглядається як можливість цілеспрямованого корегування параметрів майбутнього врожаю.

Успішне впровадження нових технологій вимагає набагато більше, ніж просте володіння технологічними знаннями. Необхідно здійснювати постійний моніторинг стану посівів, уважно спостерігати за процесами росту та розвитку рослин, усвідомлено впливати на формування елементів продуктивності. Важливо досягти гармонійного поєднання агротехнологічних прийомів з ґрунтово-кліматичними особливостями конкретної території та поточними метеорологічними умовами.

Принципово важливим є розуміння динамічності сільськогосподарського виробництва. Значні зміни метеорологічних умов вимагають не менш радикальних коректив у проведенні агротехнологічних заходів. Лише всебічне вивчення складних взаємозв'язків між технологією, структурою врожаю та умовами вирощування дозволяє отримати стабільно високі результати.

Серед ключових елементів технології особливе місце посідає система удобрення. Мінеральні добрива становлять левову частку витрат на вирощування культури, тому надзвичайно важливо забезпечити їх раціональне та максимально ефективне використання. Метою такого підходу є не просто підвищення врожайності, але й досягнення оптимальних показників економічної ефективності виробництва.

Кожна конкретна зона, кожне окреме господарство потребує детального вивчення, індивідуального підходу та наукового обґрунтування технології вирощування озимої пшениці. Лише такий комплексний, диференційований підхід здатен забезпечити стабільність та високу продуктивність сільськогосподарського виробництва.

Об'єкт досліджень – сорт пшениці озимої Чірон, системи удобрення озимої пшениці.

Предмет досліджень - ріст і розвиток рослин сортів пшениці озимої Чірон за різних систем удобрення, вплив систем удобрення на формування елементів структури врожаю та урожайність озимої пшениці.

Мета і завдання дослідження — вивчити особливості формування врожайності озимої пшениці сорту Чірон на темно – сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті в умовах Лісостепу західного залежно від системи удобрення.

Завданнями дослідження:

Вивчити думку закордонних та вітчизняних науковців щодо впливу умов вирощування на реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів озимої пшениці;

Визначити вплив системи удобрення на польову схожість насіння озимої пшениці;

Вивчити вплив системи удобрення на перезимівлю та виживаність рослин озимої пшениці;

Встановити особливості настання та проходження фенофаз росту та розвитку у озимої пшениці залежно від системи удобрення;

Дослідити зв'язок структури врожаю та рівня врожайності зерна озимої пшениці залежно від системи удобрення;

Розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування озимої пшениці у досліджуваних сортів залежно від системи удобрення.

Методи досліджень. В процесі досліджень нами були використані наступні методи: метод спостереження, метод гіпотези, метод експерименту, метод аналізу, метод синтезу, метод індукції. Спеціальні методи, які нами використовувались це польовий метод (дослідження формування врожаю озимої пшениці залежно від сортових особливостей); лабораторний (визначення структури врожаю, якісних показників зерна); математичної статистики (розрахунок найменшої істотної різниці між варіантами).

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах західного Лісостепу на темно – сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті вивчені особливості росту, розвитку рослин та особливості формування врожайності зерна сортами озимої пшениці Чірон та встановлено оптимальну систему удобрення $N_{120}P_{60}K_{60}$ (N_{50} у фазу кущіння + N_{60} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59)), яка забезпечує урожайність на рівні 72 ц/га.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами досліджень встановлено оптимальну систему удобрення $N_{120}P_{60}K_{60}$ (N_{50} у фазу кущіння + N_{60} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59)) в умовах західного Лісостепу на темно – сірому опідзоленому ґрунті.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Стан і перспективи вирощування озимої пшениці в Україні та світі

Озима пшениця є однією з найважливіших сільськогосподарських культур в Україні та світі, маючи суттєве значення для глобальної продовольчої безпеки. В українських реаліях ця культура відіграє ключову роль в аграрному секторі економіки, займаючи провідні позиції в структурі посівних площ.

Україна традиційно входить до п'ятірки провідних світових експортерів пшениці, що робить її потужним гравцем на глобальному зерновому ринку. Сприятливі природно-кліматичні умови - родючі чорноземи, помірний клімат та достатня кількість опадів - створюють оптимальні передумови для вирощування високоякісної озимої пшениці [4, 12, 18, 69].

Сучасний стан галузі характеризується впровадженням інноваційних технологій вирощування, застосуванням високопродуктивних сортів селекції, використанням сучасних систем удобрення та захисту рослин. Українські аграрії демонструють здатність адаптуватися до мінливих кліматичних умов та викликів, пов'язаних з веденням сільського господарства [8, 67].

Світові тенденції вирощування озимої пшениці зазнають суттєвого впливу кліматичних змін, геополітичних процесів та економічних трансформацій. Країни-лідери, такі як Китай, Індія, США та Європейський Союз, продовжують нарощувати обсяги виробництва, впроваджуючи передові агротехнологічні рішення.

Перспективи розвитку галузі пов'язані з декількома ключовими напрямками. По-перше, це селекційна робота, спрямована на створення посухостійких, стійких до хвороб та шкідників сортів пшениці. По-друге, впровадження точного землеробства з використанням супутникової навігації, дронів та штучного інтелекту для моніторингу посівів та оптимізації агротехнічних заходів [2, 4, 37].

Особливо важливим викликом для України залишається подолання наслідків російської агресії, яка суттєво вплинула на сільськогосподарське

виробництво. Незважаючи на складні умови, українські аграрії демонструють неабияку стійкість та здатність адаптуватися, продовжуючи забезпечувати високі показники врожайності [9, 16, 71].

Світовий ринок пшениці характеризується високою волатильністю цін, залежністю від кліматичних умов та геополітичних процесів. Попит на пшеницю продовжує зростати на фоні збільшення населення планети та потреб харчової промисловості, що створює додаткові можливості для українських виробників.

Важливим трендом є також посилення уваги до екологічності виробництва, впровадження принципів сталого землеробства, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Це вимагає від аграріїв постійного вдосконалення технологій та підходів до вирощування озимої пшениці [23, 45, 47].

Отже, озима пшениця залишається стратегічною культурою як для України, так і для світового сільського господарства, маючи значний потенціал розвитку та адаптації до сучасних викликів.

Озима пшениця є однією з ключових сільськогосподарських культур як в Україні, так і в світі. Її значення обумовлене високою продуктивністю, стійкістю до умов зимівлі, а також універсальністю використання зерна для харчових, кормових та технічних цілей. Україна є одним із провідних виробників і експортерів пшениці, що значною мірою визначає її роль у глобальній продовольчій безпеці [5, 14, 19, 28, 59].

Озима пшениця займає основну частку в структурі посівів зернових культур країни. Висока врожайність цієї культури досягається завдяки сприятливим природним умовам, розвинутій агротехніці та застосуванню сучасних сортів із підвищеною стійкістю до хвороб і несприятливих кліматичних факторів. Основні площі під озимою пшеницею зосереджені у степовій та лісостеповій зонах, де оптимальне поєднання кліматичних і ґрунтових умов сприяє максимальній реалізації її потенціалу.

Вирощування озимої пшениці в Україні тісно пов'язане із застосуванням сучасних агротехнологій, включно з високоякісним насінням, оптимальними сівозмінами та внесенням мінеральних добрив. Водночас існують певні виклики,

такі як коливання погодних умов, виснаження ґрунтів, а також обмеженість ресурсів для широкого використання високотехнологічного обладнання в деяких господарствах.

Попри виклики, Україна стабільно входить до п'ятірки найбільших експортерів пшениці у світі, поступаючись лише країнам із традиційно великим виробництвом, як США, ЄС, Росія та Канада. На експорт припадає значна частина виробленого зерна, що робить пшеницю важливим компонентом української економіки [2, 14, 47].

На глобальному рівні озима пшениця займає ключову позицію серед зернових культур. Найбільшими виробниками є Китай, Індія, Європейський Союз, США. Основні фактори, які визначають виробництво пшениці у світі, включають природно-кліматичні умови, рівень агротехнологій та політику підтримки фермерів.

Різні країни мають специфічні підходи до вирощування пшениці. Наприклад, у ЄС велика увага приділяється впровадженню екологічно безпечних технологій і підтримці органічного землеробства. У США та Канаді застосовуються сучасні генетичні розробки та інновації, які забезпечують високу стійкість до шкідників і погодних змін. У Китаї та Індії основна увага приділяється інтенсифікації виробництва, оскільки ці країни стикаються з високим попитом на внутрішньому ринку [6, 11, 79].

З огляду на зростання чисельності населення та кліматичні зміни, вирощування озимої пшениці має стратегічне значення для забезпечення продовольчої безпеки. Перспективи розвитку галузі пов'язані з адаптацією до змін клімату, удосконаленням сортів і технологій вирощування, а також оптимізацією використання ресурсів [4, 12, 18, 69].

В Україні великі перспективи відкриваються завдяки використанню інтенсивних сортів, які дозволяють значно підвищити врожайність. Крім того, впровадження точного землеробства та інноваційних технологій, таких як дрони для моніторингу стану посівів і розподілу добрив, може зменшити витрати та підвищити рентабельність.

У світі очікується подальша інтеграція новітніх біотехнологій, зокрема розробка сортів із підвищеною стійкістю до екстремальних погодних умов. Також велика увага приділяється розвитку методів вирощування пшениці на малородючих або засолених ґрунтах, що дозволить залучати до сільського господарства нові площі.

Таким чином, озима пшениця залишається стратегічно важливою культурою в Україні та світі. Її вирощування має потенціал для подальшого розвитку завдяки впровадженню інновацій, удосконаленню агротехнік і глобальній увазі до забезпечення продовольчої безпеки.

1.2 Вимоги сучасних сортів озимої пшениці до умов вирощування

Озима пшениця є однією з найважливіших культур у сільському господарстві, яка потребує ретельного підходу до вибору умов вирощування та раціонального удобрення. Її висока продуктивність залежить від багатьох факторів: кліматичних умов, типу ґрунтів, агротехнічних заходів і систем удобрення. Вивчення вимог озимої пшениці до умов вирощування дозволяє досягти оптимального врожаю і підтримувати родючість ґрунту [23, 45, 47].

Озима пшениця найкраще розвивається в помірно-континентальному кліматі з рівномірним розподілом опадів протягом вегетаційного періоду. Вона є холодостійкою культурою, яка може витримувати короткочасні морози до -20°C за наявності снігового покриву, але чутлива до різких перепадів температур. Оптимальна температура для розвитку рослин становить $15\text{--}22^{\circ}\text{C}$. Для отримання стабільного врожаю важливо забезпечити достатню кількість вологи в ґрунті, особливо в періоди кущіння, виходу в трубку та формування зерна [2, 4, 37].

Тип ґрунту є одним із визначальних факторів, що впливають на врожайність озимої пшениці. Найвищу продуктивність культура демонструє на чорноземах, темно-каштанових ґрунтах, а також на структурних родючих ґрунтах з рН у межах $6,5\text{--}7,5$. Недостатній вміст органічної речовини чи низька родючість

ґрунтів вимагають обов'язкового внесення добрив, щоб забезпечити рослини необхідними елементами живлення.

Системи удобрення мають важливе значення для забезпечення потреб пшениці в поживних речовинах. Мінеральні добрива часто є основним джерелом азоту, фосфору і калію, необхідних для нормального розвитку культури. При інтенсивній технології вирощування рекомендовані норми добрив складають 90–120 кг/га кожного елемента (азот, фосфор, калій), проте ці дози мають коригуватися залежно від умов конкретного поля, попередників і типу ґрунту [12, 41, 57]

Азотні добрива є ключовими для формування продуктивності озимої пшениці, оскільки азот забезпечує розвиток вегетативної маси, формування білків та зростання зернівки. Важливо враховувати, що надлишок азоту може спричинити негативні наслідки, такі як вилягання рослин, зниження стійкості до хвороб, а також дисбаланс у поглинанні інших елементів. Внесення азотних добрив найефективніше здійснювати у два або три етапи, щоб забезпечити постійний доступ рослин до цього елемента протягом усіх фаз розвитку [39, 72].

Фосфорні добрива забезпечують пшеницю енергією для обміну речовин і сприяють формуванню потужної кореневої системи. Особливо важливе фосфорне живлення на ранніх етапах розвитку рослин, адже воно визначає рівень кущіння, морозостійкість та здатність засвоювати інші елементи живлення. Фосфор рекомендується вносити восени перед посівом у вигляді фосфатів [23, 45, 47].

Калійні добрива сприяють оптимальному водному балансу рослин, підвищують їхню стійкість до посухи та хвороб, а також беруть участь у синтезі білків і вуглеводів. Калій має особливе значення в періоди високої температури чи недостатньої вологи, оскільки він підтримує тургор клітин і знижує вплив стресових факторів [4, 12, 18, 69].

Органічні добрива є важливим елементом системи удобрення, оскільки вони не лише забезпечують рослини необхідними елементами, але й сприяють покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, збільшенню вмісту гумусу та

активізації мікробіологічної активності. Компост, гній чи сидерати можуть використовуватись як додаткове джерело поживних речовин, особливо на бідних ґрунтах [2, 13].

Ефективність будь-якої системи удобрення значною мірою залежить від погодних умов року. У посушливих умовах варто знижувати дози азотних добрив, щоб уникнути непродуктивної витрати вологи та перегріву рослин, тоді як у вологі роки дози азоту можна збільшувати для досягнення вищої врожайності. Крім того, система удобрення має враховувати попередників, адже після бобових культур потреба в азоті знижується через його накопичення у ґрунті завдяки азотфіксації [23, 45, 47].

Позакореневе підживлення є ефективним додатковим заходом, що дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення, зокрема в періоди підвищеного попиту на них. Наприклад, позакореневе внесення карбаміду або мікроелементів у фазу виходу в трубку підвищує якість зерна, забезпечуючи вищий вміст білка та клейковини.

Західні області України, завдяки своєму клімату та ґрунтовим умовам, створюють сприятливе середовище для вирощування озимої пшениці. Однак, для досягнення високих і стабільних врожаїв цієї культури необхідно забезпечити рослини оптимальним живленням [6, 11, 79].

Мінеральні елементи відіграють життєво важливу роль у рості, розвитку та формуванні врожаю озимої пшениці. Вони беруть участь у багатьох біохімічних процесах, таких як фотосинтез, дихання, синтез білків та інших органічних сполук. Найбільш важливими для пшениці є азот, фосфор і калій.

- Азот стимулює ріст вегетативної маси, збільшує кількість і розмір листків, а також сприяє накопиченню білка в зерні.
- Фосфор бере участь у процесах енергетичного обміну, сприяє розвитку кореневої системи та підвищує зимостійкість рослин.
- Калій покращує водоутримуючу здатність клітин, підвищує стійкість рослин до хвороб і несприятливих умов середовища.

Озима пшениця виносить із ґрунту значну кількість поживних речовин. Кількість винесених елементів залежить від урожайності, сорту, агротехніки та інших факторів. За даними численних досліджень, для формування 1 центнера зерна пшениця забирає з ґрунту в середньому 3-3,5 кг азоту, 1,2-1,5 кг фосфору та 2,5-3 кг калію. При цьому винос азоту перевищує винос фосфору і калію, що пов'язано з його активною участю в процесах росту і розвитку рослин [2, 4, 37].

Недостатня кількість поживних речовин у ґрунті призводить до зниження врожайності та погіршення якості зерна. Дефіцит азоту проявляється у пожовтінні нижніх листків, зменшенні розміру колоса і кількості зерен у колосі. Нестача фосфору призводить до затримки росту кореневої системи, погіршення засвоєння інших елементів живлення та зниження зимостійкості рослин. Дефіцит калію проявляється в пожовтінні країв листків, зменшенні розміру зерна і погіршенні його якості [9, 16, 71].

Для отримання високих і стабільних врожаїв озимої пшениці необхідно забезпечити збалансоване живлення рослин. Оптимальне співвідношення азоту, фосфору і калію може варіювати в залежності від конкретних умов вирощування, типу ґрунту, сорту пшениці та інших факторів. Однак, як правило, рекомендується переважання азоту над фосфором і калієм. Це пов'язано з високим виносом азоту урожаєм та його важливою роллю у формуванні врожаю зерна високої якості [2, 13].

Для компенсації втрат поживних речовин і забезпечення рослин необхідними елементами живлення проводять підживлення мінеральними добривами. Дози і строки внесення добрив визначаються на основі результатів агрохімічного аналізу ґрунту, очікуваної врожайності та сортових особливостей пшениці [4, 12, 18, 69].

Мінеральне живлення є одним з найважливіших факторів, що впливають на врожайність і якість зерна озимої пшениці. Рациональне використання добрив дозволяє підвищити продуктивність сільського господарства та забезпечити населення якісною продукцією. Однак, необхідно пам'ятати, що надмірне внесення добрив може призвести до забруднення довкілля і погіршення якості

продукції. Тому дозування і строки внесення добрив слід визначати на основі наукових рекомендацій та з урахуванням конкретних умов вирощування [39, 72].

Таким чином, вимоги озимої пшениці до умов вирощування значною мірою визначаються типом ґрунту, кліматичними умовами та особливостями систем удобрення. Збалансоване використання мінеральних і органічних добрив дозволяє не лише забезпечити високу врожайність і якість зерна, але й підтримувати родючість ґрунтів, створюючи умови для сталого розвитку сільського господарства [20, 14, 33].

Всебічне вивчення вимог озимої пшениці до факторів життя є обов'язковою умовою для розробки науково обґрунтованої системи агрозаходів, що забезпечує одержання високих врожаїв доброї якості, при цьому треба, також, враховувати біологічні особливості окремих сортів, оскільки вони відрізняються між собою як за комплексом господарських ознак так і за вимогами до умов зовнішнього середовища [5, 14, 19, 28, 59].

Озима пшениця досить холодостійка культура, її насіння починає проростати при температурі 1-2°C тепла. Проте, проростання за цих умов відбувається дуже повільно. Оптимальна температура проростання пшениці знаходиться в межах 12-20°C. Сума добових температур від сівби до з'явлення сходів становить 110-120°C. При температурі понад 25°C висіяти проростки урожаю це різними грибами та бактеріями, зокрема за недостатньої вологості ґрунту. Таке насіння волі рослини, його може зовсім втрачати схожі. Кращі строки сівби озимої пшениці припадають на період середньодобових температурами 14-17 °C [23, 45, 47].

Озима пшениця має підвищені вимоги до вологи. Вологість ґрунту для дружного з'явлення сходів повинна становити не менше 17-18% до сухої його ваги. При недостатній вологості ґрунту озима пшениця різко знижує врожай. Найбільш негативно впливає на врожай озимої пшениці нестача вологи в період колосіння - цвітіння, а також наливу зерна, коли потреба рослин у воді максимальна. За недостатньої вологості ґрунту і за високої температури повітря в нижній і верхній частині колоса квіток засихає. Негативно позначається така

погода і на формуванні та наливі зерна. За цих умов врожай може знижуватися на 20-30 відсотків і більше , разом з тим погіршується його якість [2, 13].

Озима пшениця має підвищені вимоги до ґрунту. Дає гарні врожаї на чорноземах , темно сірих організованих ґрунтах, чистих від бур'янів, та добре забезпечених поживними речовинами. Піщані та супіщані підзолисті ґрунти для озимої пшениці мало придатні, на них можна вирощувати високі врожаї лише при внесенні достатньої кількості органічних мінеральних добрив або після люпину та вапнування. Не росте вона на сонцюватих ґрунтах, вони можуть бути використані лише після гіпсування з внесенням органічних мінеральних добрив. Озима пшениця має вимоги до поживних речовин. Найбільше забирає вона з ґрунту азоту. Вимоги до поживних речовин у озимої пшениці , як і в інших злаків , протягом вегетації далеко не однакові . Найвищі вони на перших фазах до початку колосіння - цвітіння .

1.2 Формування врожайності озимої пшениці за впливу мінеральних добрив

Ефективність удобрення мінеральними добривами для якості зерна пшениці залежить від багатьох факторів. Передусім, збалансоване живлення рослин забезпечує оптимальний метаболізм та реалізацію генетичного потенціалу культури.

Азотні добрива відіграють ключову роль у формуванні білкового складу зерна. Вони не лише підвищують вміст протеїну, але й впливають на клейковинність, що безпосередньо позначається на хлібопекарських властивостях. Однак передозування азотом може негативно впливати на інші показники якості [6, 11, 79].

Фосфорні та калійні добрива не менш важливі. Вони сприяють повноцінному розвитку рослин, прискорюють дозрівання зерна, підвищують вміст крохмалю та підсилюють стійкість до захворювань. Комплексне внесення мінеральних добрив дозволяє досягти найкращих результатів.

Принципово важливо враховувати особливості конкретного поля, його ґрунтового складу, попередників та мікроклімату. Сліпе копіювання закордонних технологій без адаптації до місцевих умов не принесе бажаного ефекту. Необхідний індивідуальний підхід до удобрення, заснований на ретельному аналізі ґрунту та потреб рослин.

Суттєвим викликом є також збереження родючості ґрунтів. Тривале та незбалансоване використання мінеральних добрив може призвести до деградації ґрунтової структури, зниження її біологічної активності та втрати природної родючості.

Таким чином, удобрення - це складний, багатофакторний процес, який вимагає професійного підходу, глибоких знань агрономії та постійного моніторингу стану посівів [4, 12, 18, 69].

Азотне живлення пшениці - складний біохімічний процес, що залежить від багатьох взаємопов'язаних чинників. Кожен сорт має унікальну генетичну реакцію на форми азоту, тому принципово важливо обирати оптимальну стратегію живлення індивідуально.

Рослина формує пагони під впливом азотного живлення до певного моменту - переходу у фазу виходу в трубку. Цей перехід програмується комплексом зовнішніх сигналів: накопиченням активних температур та зміною тривалості світлового дня [39, 72].

Ефективність азотного удобрення визначається не лише кількістю внесених добрив, але й станом ґрунтового середовища. Основними параметрами є рівень кислотності, мікробіологічна активність ґрунту, наявність карбонатів та органічної речовини. Ці фактори впливають на біодоступність не лише азоту, але й інших життєво важливих елементів живлення [5, 14, 19, 28, 59].

Мінеральне живлення пшениці подібне до спорудження складної інженерної конструкції. Азот, фосфор, калій, сірка, магній та мікроелементи мають бути збалансовані, як компоненти будівельної суміші. Надлишок або нестача будь-якого елемента порушує гармонійний розвиток рослини.

Принциповою помилкою сільгоспвиробників є зосередження лише на азотному живленні без врахування комплексного впливу ґрунтового середовища та генетичних особливостей культури .

Фосфорне живлення відіграє визначальну роль у формуванні врожайності пшениці, особливо на ранніх етапах вегетації. Нестача фосфору в період весняного кущення критично впливає на розвиток рослини, обмежуючи формування колосків та зав'язі зерен [20, 14, 33].

Біологічні особливості пшениці передбачають поступове формування колоска з 2-3, рідше 4-5 квітками. Температурний режим ґрунту та забезпеченість фосфором визначають потенціал розвитку квіток. За температури нижче 15-16°C фосфор практично не засвоюється кореневою системою, що призводить до пригнічення росту головних і бічних коренів [9, 16, 71].

Кожен колосок має потенціал утворення до восьми-дев'яти зачатків квіток, проте повноцінно розвиваються лише перші дві-чотири. Підвищення рівня живлення в критичні періоди може збільшити кількість квіток до одинадцяти та забезпечити до восьми зерен у колоску.

Статистично доведено, що за щільності 500 стебел на квадратний метр втрата навіть однієї зернини внаслідок нестачі добрив або вологи призводить до зниження врожайності на 2 центнери з гектара. Десять втрачених зерен - це вже два центнери недобору [23, 45, 47].

Особливо важливим є внесення рідких фосфорних добрив у період кущення. Це сприяє утворенню потужної кореневої системи бічних пагонів, формуванню повноцінних колосків з достатньою кількістю зерен. Досвід використання комплексних добрив має тривалу історію, що підтверджує ефективність такого підходу.

Таким чином, фосфорне живлення - це не просто додаткове удобрення, а критичний фактор формування генеративного потенціалу пшениці, від якого безпосередньо залежить майбутній урожай [4, 12, 18, 69].

Сучасний ринок України пропонує широкий спектр рідких комплексних добрив, якість яких залежить від технології виробництва та складових

компонентів. Серед різноманіття виділяються продукти компанії "УТК ХімАльянс", що виготовляються шляхом хімічного синтезу на автоматизованому заводському обладнанні.

Для ефективного живлення озимої пшениці та ріпаку фахівці рекомендують диференційований підхід до внесення добрив на різних етапах вегетації. Зокрема, в період кущення доцільно використовувати добриво $N_{10}P_{34}$, при формуванні прапорцевого листка - $N_5P_{20}K_5$, а для ріпаку - $N_8P_{16}S_4$.

Норми внесення залежать від багатьох факторів: забезпеченості ґрунту доступним фосфором, фази розвитку рослин, мікрокліматичних умов. Оптимальною є норма від 50 до 100 кг/га для озимої пшениці та ріпаку [2, 13].

Важливо дотримуватися температурного режиму під час внесення добрив і уникати стресових ситуацій для рослин. Фахівці рекомендують змішувати рідкі добрива з фунгіцидами, інсектицидами та мікродобривами, попередньо проконсультувавшись щодо сумісності компонентів.

Правильний вибір та застосування рідких комплексних добрив дозволяє не лише покращити мінеральне живлення, але й підвищити загальну стійкість рослин, їхню здатність протистояти несприятливим факторам зовнішнього середовища [5, 14, 19, 28, 59].

Мікроелементи відіграють критичну роль у живленні озимої пшениці, особливо в період кущення та виходу в трубку. Їхнє значення суттєво зростає на фоні зменшення внесення органічних добрив.

Кожен мікроелемент має унікальну біологічну функцію. Марганець оптимізує засвоєння азоту на нейтральних і карбонатних ґрунтах. Цинк стимулює вироблення ауксину, підвищує жаростійкість та імунітет рослин. Бор впливає на формування пагонів, а мідь покращує утворення хлорофілу та холодостійкість.

Британські дослідження демонструють синергетичний ефект взаємодії мікроелементів з основними поживними речовинами. Весняний період є критичним - дефіцит будь-якого елемента може призвести до значного зниження врожайності [9, 16, 71].

Сучасні тенденції розвитку агрохімії спрямовані на створення комплексних рідких добрив з включенням необхідних мікроелементів. Це дозволяє здійснювати одночасне внесення та оптимізувати живлення рослин.

Правильний вибір добрив, їхніх форм та якості виробництва - запорука отримання високого врожаю. Головне - вирощувати зерно, а не соломку, підходити до живлення пшениці максимально усвідомлено та науково обґрунтовано.

Система внесення мінеральних добрив має вирішальний вплив не лише на продуктивність і якість зерна озимої пшениці, а й на збереження та підвищення природної родючості ґрунту. Багато науковців акцентують увагу на важливості оптимізації живлення рослин, підкреслюючи, що ефективне застосування добрив передбачає забезпечення рослин усіма необхідними елементами відповідно до їхніх біологічних особливостей, одночасно сприяючи довгостроковому підвищенню родючості ґрунтів [6, 11, 79].

Раціональне використання мінеральних добрив потребує врахування типу ґрунту, попередників та сортових особливостей пшениці. Зокрема, азотне живлення має ключове значення, оскільки азот відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу, формуванні білків та розвитку генеративних органів. Проте надмірне використання азоту може викликати негативні наслідки, такі як вилягання рослин, зниження їх стійкості до хвороб і шкідників, дисбаланс у розподілі поживних речовин між вегетативними та генеративними органами, а також втрату врожайності через посуху [4, 12, 18, 69].

Дослідження доводять, що оптимальні дози азоту (наприклад, N90-120) у поєднанні з фосфором і калієм забезпечують найбільший приріст врожаю, при цьому зберігаючи якість зерна. Фосфор сприяє зміцненню кореневої системи, посухо- та морозостійкості, а калій покращує метаболічні процеси, водний баланс і підвищує стійкість до захворювань. Крім того, комбіноване внесення фосфорних і калійних добрив у дозах, що враховують родючість ґрунту, забезпечує збалансоване живлення і підтримку ґрунтової екосистеми [39, 72].

Весняне підживлення азотом є критично важливим для забезпечення зернової продуктивності. Терміни та дози внесення добрив визначаються агрометеорологічними умовами та станом посівів. У посушливих умовах рекомендовано зменшувати дози азотних добрив, щоб уникнути стресових впливів на рослини. Наприклад, дослідження в північному Степу України показують, що додавання N90P40K60 збільшує врожайність пшениці до 43,9 ц/га, зокрема, азот забезпечує найбільший внесок у приріст врожаю [20, 14, 33].

Збалансоване мінеральне живлення дозволяє не лише досягти високих показників урожайності, але й покращити якість зерна, зокрема збільшити вміст білка, клейковини, натуру зерна та інші важливі показники. Наприклад, внесення аміачної селітри в осінній період забезпечує натуру зерна до 776 г/л та вміст клейковини до 25,6%, що відповідає стандартам високоякісного зерна. Система добрив, яка враховує потреби рослин та стан ґрунту, є основою сталого землеробства та забезпечує довготривале використання агроєкосистем [20, 15].

У західних регіонах України, завдяки достатньому рівню зволоження, мінеральні добрива демонструють високу ефективність, що значно впливає на урожайність озимої пшениці та якість зерна. Забезпечення рослин поживними елементами на всіх етапах вегетації є критичним, особливо для інтенсивних сортів. Ці сорти мають підвищені вимоги до умов живлення й здатні реалізовувати свій потенціал лише за повного та збалансованого внесення добрив [9, 16, 71].

Озима пшениця споживає значну кількість азоту, фосфору та калію, які виносяться разом з урожаєм. Наприклад, для формування 1 центнера зерна потрібно приблизно 3,2 кг азоту, 1,1 кг фосфору та 2,6 кг калію. Для більшого врожаю потреби значно зростають. Наприклад, із врожаєм 50-60 ц/га виноситься 160-190 кг азоту, 55-70 кг фосфору і 80-100 кг калію. Ці показники варіюються залежно від зон вирощування: у Лісостепу та Поліссі споживання азоту, фосфору та калію має свої специфічні пропорції [23, 45, 47].

Ґрунти природно не мають достатньої кількості доступних поживних речовин, тому внесення мінеральних добрив стає обов'язковою умовою для

забезпечення високої продуктивності. Збалансоване живлення є ключовим, адже дефіцит хоча б одного елемента може значно обмежити розвиток рослин. Нестача поживних речовин, особливо на ранніх етапах розвитку, може викликати затримку органогенезу та спричиняти захворювання.

Традиційно співвідношення елементів N:P:K у добривах рекомендувалося як 1:1:1. Однак сучасні дослідження та практика вирощування пшениці за інтенсивними технологіями вказують на необхідність переважання азоту. Наприклад, оптимальним виявилось співвідношення 1,5:1:1, а в деяких випадках — 2:1:1. Надлишок азоту не лише збільшує врожайність, а й покращує якість зерна, особливо підвищуючи вміст білка, що є важливим для отримання зерна сильної пшениці [5, 14, 19, 28, 59].

Дослідження показали, що для досягнення максимальної врожайності не завжди потрібно перевищувати дози азоту понад певний рівень. Наприклад, збільшення внесення добрив вище $N_{140}P_{100}K_{120}$ давало незначний приріст врожайності, але суттєво покращувало якість зерна. Оптимальні пропорції для Львівської області також підтверджують, що перевага азоту в два рази над іншими елементами сприяє досягненню кращих результатів [2, 13].

Отже, збалансована система удобрення, яка враховує зональні особливості, потреби конкретних сортів і фізико-хімічні характеристики ґрунтів, є основою для отримання високих і якісних врожаїв озимої пшениці. Надлишок чи дисбаланс елементів, особливо азоту, може мати як позитивний вплив на врожайність, так і негативний — у вигляді вилягання рослин чи зниження стійкості до хвороб.

РОЗДІЛ 2. ГРУНТОВО – КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово – кліматичні умови проведення досліджень

Ґрунтовий покрив західного регіону України представлений складною системою взаємопов'язаних типів ґрунтів, кожен з яких має унікальні характеристики та особливості формування.

Темно-сірі опідзолені ґрунти є свого роду перехідною ланкою між чорноземами та підзолистими ґрунтами. Їхня визначальна особливість - глибокий гумусовий горизонт, що сягає 30-32 см. Інтенсивне забарвлення гумусом простежується до позначки 55 см, що вказує на високий потенціал родючості. Наявність кротовин свідчить про активну біологічну діяльність та сприятливі умови ґрунтоутворення [23, 45, 47].

На відміну від темно-сірих ґрунтів, дерново-слабопідзолисті ґрунти мають суттєво менший потенціал родючості. Гумусовий горизонт цих ґрунтів надзвичайно тонкий - лише 15-30 см, що практично збігається з глибиною орного шару. Структура профілю позбавлена щільних прошарків, внаслідок чого ґрунт стає пухким, що негативно позначається на утриманні вологи та поживних елементів.

Кисла реакція ґрунтового розчину та низька вбирна здатність дерново-слабопідзолистих ґрунтів призводять до значного зниження їхньої природної родючості. Рослини, вирощувані на таких ґрунтах, відчують постійний стрес через обмежене живлення та несприятливі фізико-хімічні властивості середовища [9, 16, 71].

Кліматичні зміни посилюють негативні тенденції, зокрема ризик ґрунтових посух. Обмежена кількість опадів під час вегетаційного періоду може спричинити пригнічення рослин або навіть повну втрату посівів.

Географічно темно-сірі ґрунти поширені в різних природно-кліматичних зонах: на Поділлі, Поліссі та в центральній частині України. Кожен регіон має

свої специфічні мікрокліматичні умови, що впливають на процеси ґрунтоутворення.

Розуміння складної природи ґрунтів дозволяє агровиробникам розробляти диференційовані стратегії землеробства, враховуючи індивідуальні особливості кожного ґрунтового типу.

Таблиця 2.1

Агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки

Показник	2023 р.	2024 р.
Глибина орного шару, см	30	30
Вміст гумусу за Тюрнімом, %	2,98	2,83
pH сольової витяжки	5,8	5,8
Лужногідролізований азот, мг/кг ґрунту	106,1	107,5
Рухомі форми фосфору, мг/кг ґрунту	110,1	107,1
Рухомі форми калію, мг/кг ґрунту	135,1	127,3

Загалом, ґрунт дослідної ділянки має досить хороші показники і є придатним для вирощування всіх с/г культур, зокрема пшениці озимої.

Клімат західного Лісостепу України формується під комплексним впливом атлантичних повітряних мас та морських течій Чорного і Азовського морів. Унікальність цієї кліматичної зони полягає в її м'якості та помірності, що створює надзвичайно сприятливі умови для сільськогосподарського виробництва [39, 72].

Температурний режим характеризується досить стабільними показниками. Середньорічна температура перебуває в діапазоні +7,0...+8,0°C, що демонструє м'які кліматичні умови. Зимовий період м'який, з частими відлигами, де середня температура січня становить -4,5°C. Водночас абсолютний температурний мінімум може досягати критично низьких позначок - до -30...-32°C.

Літній період тривалий і теплий, з липневими температурами близько +19,0°C. Спекотні дні можуть прогріватися до +38...+40°C, що забезпечує інтенсивний розвиток сільськогосподарських культур.

Зволоження території відбувається досить рівномірно. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 500-650 мм, причому близько 60% випадає у теплу пору року. Взимку переважає сніговий покрив незначної потужності - 12-15 см, а літні дощі мають характер інтенсивних короткочасних опадів.

Вегетаційні характеристики також надзвичайно сприятливі. Безморозний період триває 165-185 днів, а повний вегетаційний цикл охоплює 205-220 днів. За цей час накопичується 2800-3000°C активних температур, що створює оптимальні умови для росту та розвитку сільськогосподарських культур.

Вітровий режим формується переважно західними та південно-західними вітрами, які не становлять суттєвої загрози для сільськогосподарських посівів.

Метеорологічні спостереження останніх років демонструють певні коливання від середньобагаторічних показників, проте загальний кліматичний фон залишається стабільно сприятливим для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема озимої пшениці.

За даними метеопосту м. Дубляни кліматичні умови 2023 і 2024 років дещо відрізнялися за температурним режимом та кількістю опадів від середньобагаторічних показників, проте були сприятливими для вирощування пшениці озимої (табл. 2.1, табл. 2.2)

Таблиця 2.2.

Середньорічні і середньомісячні показники температури повітря, °С

Місяць	Роки проведення дослідження			Середньобагато річний показник
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
Січень	-0,1	+2,3	-1,2	-4,6
Лютий	+2,4	+0,8	+5,6	-3,5
Березень	+2,4	+4,9	+5,7	0,5
Квітень	+6,6	+8,5	+11,2	7,2
Травень	+14,2	+13,4	+15,7	13,7
Червень	+20,1	+17,3	+19,4	16,8
Липень	+19,9	+20,1	+21,4	18,4
Серпень	+20,2	+21,0	+20,8	17,3
Вересень	+11,6	+17,2	+17,2	13,2
Жовтень	+10,8	+11,4	+9	7,6
Листопад	+6,5	+3,6	+7	2,5
Грудень	+4,5	+0,8		-2,1
За рік				7,2

Таблиця 2.3

Річна і місячна сума опадів, мм

Місяць	Роки проведення дослідження		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Січень	52	69	75
Лютий	31	41	50
Березень	13	79	79
Квітень	66	71	53
Травень	51	14	8
Червень	24	92	96
Липень	96	94	76
Серпень	83	95	74
Вересень	135	47	90
Жовтень	27	98	45
Листопад	25	69	2
Грудень	7,0	63	
За рік	610	832	648

2.2 Методичні та агротехнічні умови проведення досліджень

Полеві дослідження з вивчення впливу системи удобрення на формування продуктивності озимої пшениці проводилися на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського НУП на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті.

Схемою досліджень передбачалось встановити оптимальну систему удобрення мінеральними добривами під озиму пшеницю. Схема польового дослідження включала 5 систем удобрення, в яких фосфорно – калійні добрива вносили восени, азотні - у підживлення навесні:

$N_{40}P_{20}K_{30}$ - N_{40} у фазу кущіння,

$N_{60}P_{30}K_{50}$ – N_{30} у фазу кущіння + N_{30} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32),

$N_{80}P_{40} K_{70}$ – N_{40} у фазу кущіння + N_{40} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32),

$N_{120} P_{50} K_{90}$ – N_{40} у фазу кущіння + N_{50} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59),

$N_{140}P_{50}K_{90}$ – N_{50} у фазу кущіння + N_{60} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59).

Полеві дослідження закладалися за такою схемою:

Система удобрення	I повторення	II повторення	III повторення
$N_{40}P_{20}K_{30}$	1	1	1
$N_{60}P_{30}K_{50}$	2	2	2
$N_{80}P_{40} K_{70}$	3	3	3
$N_{120} P_{50} K_{90}$	4	4	4
$N_{140}P_{50}K_{90}$	5	5	5

Рис. 2.1 Схема польового дослідження.

Дослідження проводилися з використанням триразового повторення, що забезпечило високу надійність і достовірність отриманих результатів. Для експерименту було виділено дослідну ділянку загальною площею 60 м², з яких 50 м² були обліковими, що повністю відповідало методичним вимогам агрономічних досліджень із зерновими культурами. Такий підхід дозволив зібрати репрезентативні дані щодо врожайності, ефективності застосування агротехнічних прийомів, а також впливу різних факторів на ріст і розвиток рослин.

Перед початком польових робіт проводили аналіз ґрунту шляхом відбору зразків з верхнього шару (0–20 см). Для визначення вмісту поживних речовин використовували різні методи: легкогідролізований азот оцінювали за Тюріним-Коновою, рухомі форми фосфору та калію — за Чириковим, а вміст гумусу — за Тюріним.

Спостереження за ростом і розвитком рослин здійснювалися в двох повтореннях, відстежуючи такі фази, як сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, а також молочна, воскова й повна стиглість зерна. Ці фенологічні спостереження проводили відповідно до методики Держсортвипробування, що гарантувало їх точність.

Для оцінки польової схожості, густоти рослин в осінній період, виживання після зимівлі та густоти перед збором врожаю використовували ділянки площею 0,25 м², розташовані у чотирьох точках по діагоналі, що охоплювали загальну площу 1 м².

Відбір снопового матеріалу здійснювали напередодні збору врожаю. Зразки брали з ділянок площею 0,25 м² у чотирьох місцях дослідної ділянки. Потім виконували структурний аналіз урожаю за методикою Державної комісії з сортовипробування сільськогосподарських культур. Сам збір врожаю озимої пшениці проводився методом поділянкового обмолоту комбайном "Сампо 500". Після цього зерно очищали та стандартизували до 100% чистоти і 14%-ної вологості.

Аналіз отриманих даних врожайності виконували за допомогою дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері, що дозволяло забезпечити точність і статистичну достовірність результатів.

Економічну ефективність агротехнічних заходів оцінювали за загальноприйнятими показниками, такими як витрати на гектар, прибуток, собівартість одного центнера зерна і рівень рентабельності.

Оцінка енергетичної ефективності технологій вирощування озимої пшениці здійснювалася за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка. У розрахунках враховували енергетичну цінність зерна, витрати енергії на його вирощування та вплив окремих агротехнічних заходів. Результуючий коефіцієнт енергетичної ефективності дозволив визначити співвідношення між витратами енергії та виходом продукції, що є важливим показником у сучасних умовах інтенсифікації сільського господарства.

РОЗДІЛ 3. УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

3.1 Польова схожість насіння пшениці озимої залежно від системи удобрення

Польова схожість насіння визначається як відсоток рослин, що зійшли, у співвідношенні до кількості висіяних схожих насінин. Цей показник залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце займають господарсько-організаційні та технологічні аспекти. Зокрема, значний вплив мають якість підготовки насіння до сівби та стан ґрунту. У реальних виробничих умовах рівень польової схожості залишається порівняно низьким і зазвичай коливається в межах 50–70% [39, 72].

Для забезпечення високих врожаїв озимої пшениці, вирощуваної за інтенсивними технологіями, ключовим фактором є формування дружніх та своєчасних сходів. Польова схожість насіння має значний вплив на кінцевий результат, оскільки між цим показником та врожайністю посівів часто спостерігається прямий кореляційний зв'язок [19, 21, 65, 70].

На рівень польової схожості впливають численні агротехнічні чинники, серед яких важливими є норма внесення добрив і строки проведення сівби. Дослідження щодо впливу мінеральних добрив на цей показник дали суперечливі результати. В одних випадках добрива сприяли підвищенню польової схожості, в інших — навпаки, знижували її. Особливо негативний ефект відзначався, коли добрива вносили безпосередньо в рядки під час сівби, що перешкоджало нормальному проростанню насіння. Польова схожість є багатофакторним показником, який потребує врахування як агротехнічних, так і організаційних аспектів при плануванні сівби та догляду за посівами.

За результатами наших досліджень спостерігалось закономірне зменшення польової схожості на варіантах з вищими рівнями мінеральних добрив. Так, в середньому за роки досліджень польова схожість на фоні $N_{40}P_{20}K_{30}$ становила 87,7% і була найвищою по досліді. Збільшення норми мінеральних добрив з

$N_{40}P_{20}K_{30}$ до $N_{60}P_{30}K_{50}$ призвело до зменшення польової схожості до 87,5%, або на 0,2%. На фоні $N_{80}P_{40}K_{70}$ польова схожість знизилась до 86,3%, або на 1,4% була меншою відносно першого варіанту. Найнижча польова схожість була на фонах мінерального удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$, де вона становила 85,5 % і 84,7 %, що менше порівняно з першим варіантом на 2,2 і 3,0 % (рис.3.1).

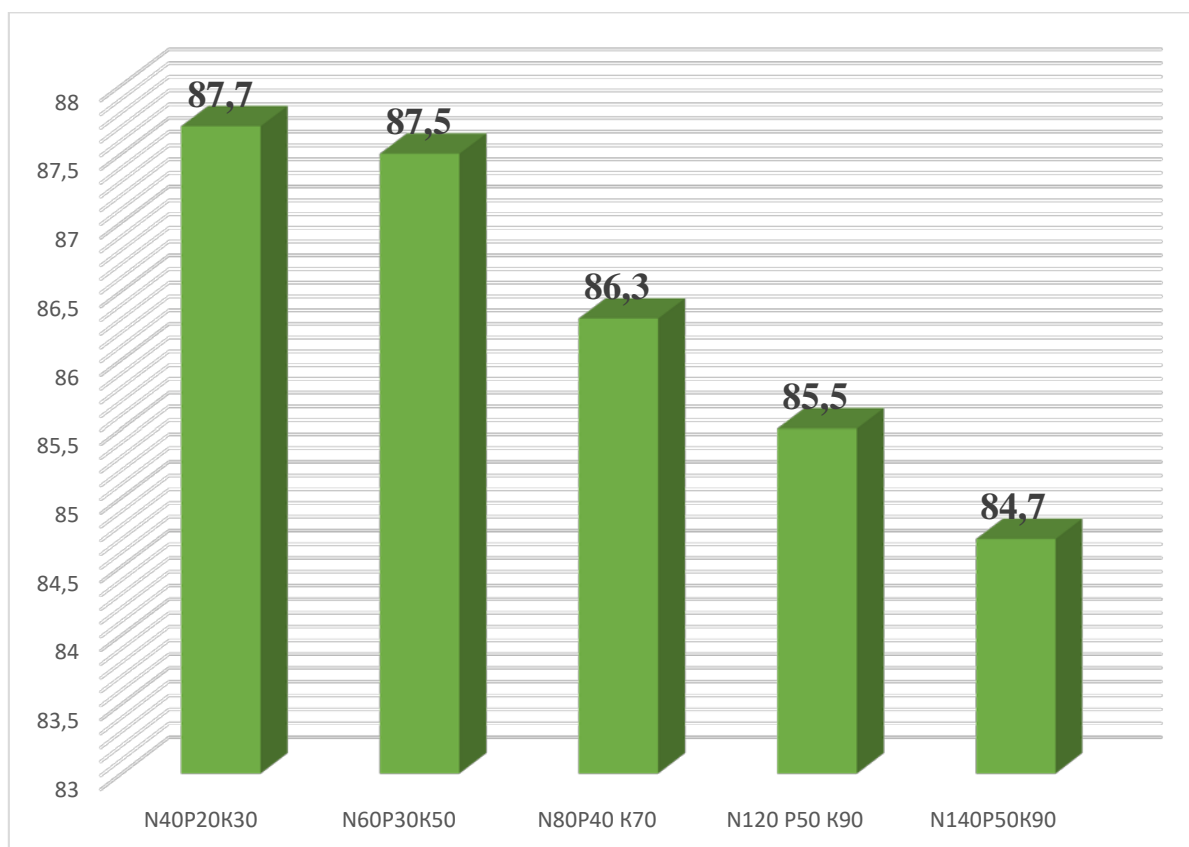


Рис. 3.1 Польова схожість насіння озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення, % (2023 – 2024 рр.)

Отже, збільшення норм мінерального удобрення до $N_{120}P_{50}K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до зменшення польової схожості відносно $N_{40}P_{20}K_{30}$ на 2,2 і 3,0 %.

3.2 Зимостійкість рослин пшениці озимої залежно від системи удобрення

Перезимівля озимих культур є критичним етапом у зерновиробництві, що вимагає глибокого наукового розуміння та практичного досвіду. Виживання рослин залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів фізіологічного та агрокліматичного характеру.

Морозостійкість та зимостійкість - складні біологічні механізми адаптації рослин до несприятливих умов. Морозостійкість характеризує здатність рослин протистояти низьким температурам, тоді як зимостійкість відображає стійкість до цілого комплексу негативних чинників упродовж осінньо-зимово-ранньовесняного періоду.

Ключова особливість цих фізіологічних станів полягає в їхній динамічності. Рівень стійкості постійно змінюється залежно від віку рослин, умов вирощування та процесів загартування. Восени відбувається поступова адаптація рослинного організму до низьких температур, що формує основу майбутньої здатності витримувати зимові стреси.

Наукова спільнота та практики сільського господарства приділяють значну увагу вивченню механізмів виживання озимих культур. Дослідження спрямовані на розуміння внутрішніх біохімічних процесів, що дозволяють рослинам переносити екстремальні температурні навантаження [9, 16, 71].

Агрономічна практика розробляє комплексні стратегії підготовки посівів до зимового періоду, включаючи оптимальні строки сівби, добір морозостійких сортів, збалансоване мінеральне живлення та інші прийоми, що підвищують адаптаційний потенціал рослин.

Успішна перезимівля - результат тонкої взаємодії генетичних особливостей культури, агротехнічних прийомів та конкретних кліматичних умов. Кожен сезон вносить свої корективи, змушуючи агровиробників постійно вдосконалювати підходи до вирощування озимих культур.

Збалансоване внесення мінеральних добрив з урахуванням фази розвитку рослин та ґрунтово-кліматичних умов є ключовим фактором підвищення зимостійкості озимої пшениці. Встановлено, що системи удобрення мали вплив на зимостійкість і виживання рослин озимої пшениці. На рис. 3.2 наведено результати спостережень зимостійкості рослин сорту озимої пшениці Чірон за різних систем удобрення. Найвищу зимостійкість 96,4% спостерігали за системи удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ з найвищими дозами фосфорно-калійних добрив. Оскільки, калій підвищує стійкість рослин до низьких температур, сприяє накопиченню

цукрів та інших захисних речовин у клітинах. Фосфор покращує кореневу систему та загальну стійкість рослин до стресових умов, зокрема низьких температур. Загалом, по досліді показники зимостійкості коливалися від 92,5% для системи $N_{40}P_{20}K_{30}$ до 96,4% для системи $N_{140}P_{50}K_{90}$.

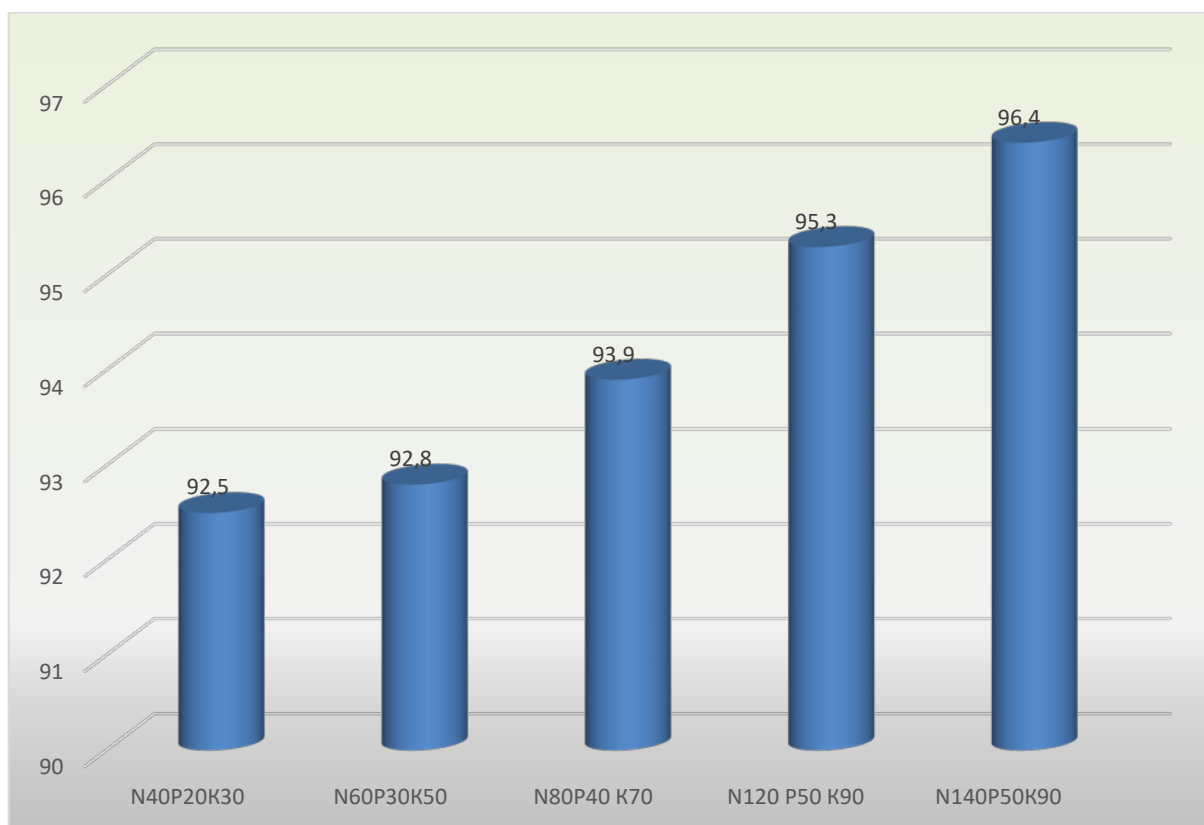


Рис. 3.2 Зимостійкість рослин озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Збільшення норми фосфорно – калійних добрив призвело до зростання зимостійкості рослин пшениці озимої. Найвищу зимостійкість 96,4% спостерігали за системи удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$.

3.3 Густота і коефіцієнт куціння рослин пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення

Густота стояння рослин пшениці озимої є визначальним фактором формування майбутнього врожаю, який безпосередньо пов'язаний з системою мінерального живлення. Оптимальна густота посівів створює умови для

ефективного використання рослинами поживних речовин, світла, вологи та простору, що в підсумку позначається на продуктивності культури.

При різних нормах внесення мінеральних добрив змінюються біологічні особливості розвитку рослин, їхня здатність до кущіння та формування продуктивних стебел. На бідних ґрунтах або при низьких дозах удобрення рослини менш активно ростуть і розвиваються, тому потребують більшої густоти для компенсації потенційної продуктивності. Навпаки, на родючих ґрунтах з високим рівнем мінерального живлення рослини формують потужнішу надземну масу та кореневу систему, що дозволяє зменшити густоту посівів без втрати врожайності [39, 72].

Мінеральні добрива впливають не тільки на кількість рослин, але й на їхню індивідуальну продуктивність. Азотні добрива стимулюють ріст вегетативної маси та утворення більшої кількості продуктивних стебел, фосфорні - сприяють розвитку кореневої системи та прискорюють формування генеративних органів, а калійні підвищують стійкість рослин до несприятливих умов та покращують якість зерна [8, 67].

Науково обґрунтований підхід до визначення густоти посівів передбачає врахування сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, рівня забезпечення поживними речовинами та потенційної продуктивності конкретного агроценозу. Занадто висока або занадто низька густота може призводити до взаємного пригнічення рослин, нерівномірного розподілу поживних речовин, зниження коефіцієнта продуктивної кущистості та, як наслідок, зменшення загальної врожайності. Важливо знаходити оптимальний баланс між кількістю рослин на одиницю площі та рівнем мінерального живлення, що дозволить максимально реалізувати генетичний потенціал сорту пшениці озимої та забезпечити високу й стабільну врожайність [23, 45, 47].

За результатами проведених досліджень встановлено, що рівень удобрення впливав на збереженість рослин пшениці озимої сорту Чірон. Густота рослин на час збирання коливалася від 363,3 до 382,5 шт/м². Підвищення рівня удобрення сприяло збільшенню кількості рослин від 1 до 6 рослин, залежно від рівня

удобрення.

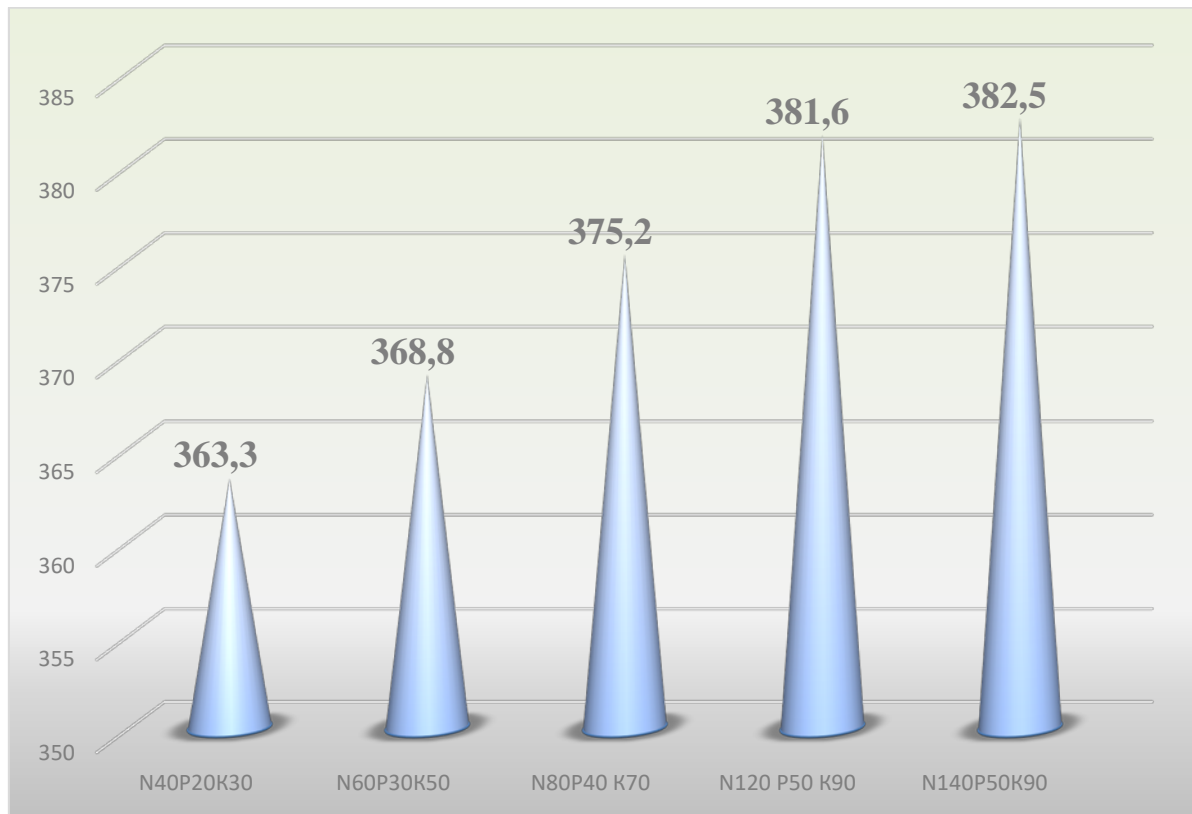


Рис. 3.3. Густина рослин озимої пшениці сорту Чірон перед збиранням залежно від системи удобрення, шт/м² (2023 – 2024 рр.).

Найвищу густоту рослин пшениці озимої забезпечив рівень удобрення N₁₄₀P₅₀K₉₀ – 382,5 шт/м², що є на 19,2 шт/м² рослин більше відносно варіанту досліду із удобренням N₄₀P₂₀K₃₀.

Коефіцієнт куціння озимої пшениці є важливим показником, який характеризує здатність рослин утворювати додаткові пагони та формувати продуктивний стеблостій. Залежність цього показника від рівня мінерального живлення має складний та багатогранний характер.

При низькому рівні мінерального живлення коефіцієнт куціння буде обмеженим. Рослини відчувають гострий дефіцит поживних речовин, що призводить до формування незначної кількості бокових пагонів. У таких умовах рослини змушені концентрувати мінімальну кількість доступних поживних речовин на підтримання життєдіяльності головного пагону, внаслідок чого процеси галуження значно сповільнюються.

З підвищенням рівня мінерального живлення, особливо азотного, коефіцієнт кущіння суттєво зростає. Азот активізує ростові процеси, стимулює утворення додаткових пагонів та посилює загальну біологічну активність рослин. Оптимальні дози азотних добрив створюють сприятливі умови для інтенсивного галуження, що дозволяє рослинам формувати більшу кількість продуктивних стебел на одиницю площі.

Фосфорні та калійні добрива також відіграють важливу роль у процесах кущіння. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, що забезпечує краще поглинання поживних речовин та створює передумови для активного галуження. Калій підвищує стійкість рослин до стресових факторів, покращує обмінні процеси та опосередковано впливає на інтенсивність кущіння.

Надмірне внесення мінеральних добрив може мати негативні наслідки. Занадто високі дози азоту призводять до надмірного вегетативного росту, витягування рослин та зменшення коефіцієнта продуктивного кущіння. Частина бокових пагонів не встигає сформувати повноцінний колос через взаємне затінення та конкуренцію за поживні речовини [49, 52].

Важливо враховувати фазу розвитку рослин та своєчасність внесення добрив. Найбільш чутливим періодом до мінерального живлення є осінній та ранньовесняний етапи, коли закладаються основи майбутньої продуктивності. Збалансоване живлення в цей період дозволяє рослинам сформувати оптимальну кількість продуктивних стебел. Сучасні високоінтенсивні сорти пшениці здатні формувати більшу кількість продуктивних стебел при оптимальному мінеральному живленні.

Коефіцієнт кущіння озимої пшениці є динамічним показником, який залежить від комплексу факторів, серед яких рівень мінерального живлення відіграє провідну роль. Правильний підхід до удобрення дозволяє реалізувати потенціал кущіння та забезпечити формування високопродуктивного стеблостою [43, 57, 62].

Коефіцієнт продуктивної кущистості максимально реалізується при збалансованому мінеральному живленні. Оптимальне співвідношення азоту,

фосфору та калію стимулює утворення продуктивних пагонів, здатних сформувати повноцінний колос. Азотні добрива активізують процеси галуження, фосфорні забезпечують розвиток репродуктивних органів, а калійні підвищують стійкість рослин та якість зерна.

За результатами проведених досліджень, вплив рівнів удобрення на коефіцієнт куціння був не значним (рис. 3.4).

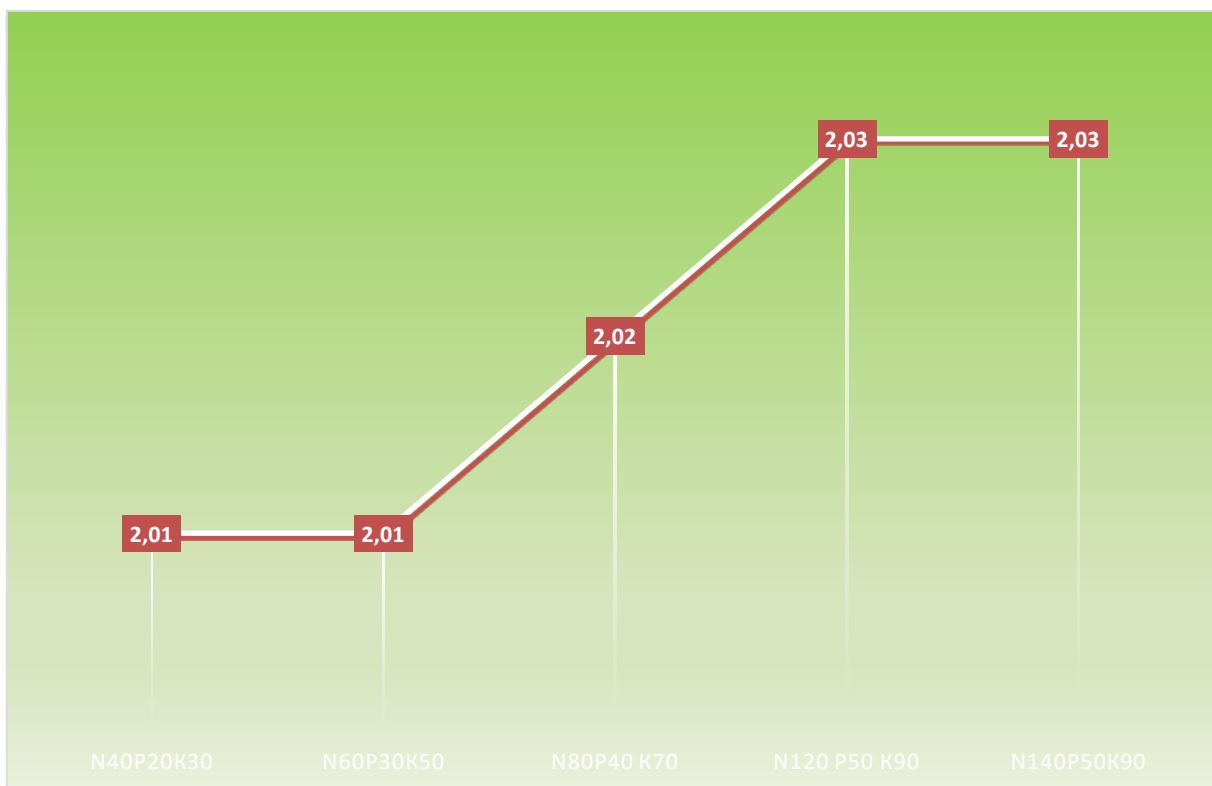


Рис. 3.4. Коефіцієнт куціння рослин озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Внесення азоту у перше підживлення є вирішальним для інтенсивності куціння. Коефіцієнт куціння пшениці озимої сорту Чірон коливався від 2,01 за норми N₄₀P₂₀K₃₀ і до 2,03, за найбільш рівнів удобрення N₁₂₀ P₅₀ K₉₀ і N₁₄₀P₅₀K₉₀.

Отже, густина рослин на час збирання коливалася від 363,3 до 382,5 шт/м². Підвищення рівня удобрення сприяло збільшенню кількості рослин від 1 до 6 рослин на м², залежно від рівня удобрення. Найвищу густоту рослин пшениці озимої забезпечив рівень удобрення N₁₄₀P₅₀K₉₀ – 382,5 шт/м², що є на 19,2 шт/м² рослин більше відносно варіанту досліді із удобренням N₄₀P₂₀K₃₀.

Внесення азоту у перше підживлення є вирішальним для інтенсивності

кущіння. Коефіцієнт кущіння пшениці озимої сорту Чірон коливався від 2,01 за норми $N_{40}P_{20}K_{30}$ і до 2,03, за найбільш рівнів удобрення $N_{120} P_{50} K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$.

3.4 Структура елементів врожайності озимої пшениці залежно від системи удобрення

Структура елементів врожайності озимої пшениці становить складну динамічну систему взаємопов'язаних показників, формування яких безпосередньо залежить від системи мінерального живлення. Кожен структурний елемент врожайності - від густоти стояння рослин до маси зерна з одного колоса - зазнає суттєвого впливу від забезпечення рослин поживними речовинами [23, 45, 47].

Густота стояння рослин є первинним елементом структури врожайності, який формується ще з осіннього періоду вегетації. За оптимальної системи удобрення рослини мають більш розвинену кореневу систему, що забезпечує їх стійкість до несприятливих умов перезимівлі та створює передумови для формування рівномірних сходів навесні. Азотні добрива в осінній період сприяють накопиченню цукрів та посиленню морозостійкості, що безпосередньо впливає на збереженість рослин.

Кількість продуктивних стебел на одиницю площі безпосередньо корелює з інтенсивністю мінерального живлення. При достатньому забезпеченні поживними речовинами рослини формують більшу кількість продуктивних пагонів, здатних утворити повноцінний репродуктивний орган. Важливо дотримуватися оптимальних доз добрив, оскільки їх надлишок може призводити до надмірного вегетативного росту та зниження загальної продуктивності [43, 57, 62].

Озерненість колоса - один з найважливіших показників, який визначає потенційну врожайність. Система удобрення безпосередньо впливає на кількість зерен у колосі. Азотне живлення в період виходу в трубку та колосіння сприяє формуванню більшої кількості квіток у колосі, а збалансоване фосфорно-калійне живлення забезпечує їх повноцінне зав'язування та наливання.

Маса зерна з одного колоса є інтегральним показником, який відображає сукупний вплив системи удобрення на продуктивність рослин. Оптимальне забезпечення елементами живлення в критичні фази розвитку - від виходу в трубку до молочної стиглості - дозволяє рослинам сформувати виповнене, важке зерно з високими посівними та продовольчими властивостями.

Структура елементів врожайності - це динамічна система, яка формується впродовж усього періоду вегетації. Кожна зміна в системі удобрення миттєво позначається на біологічних процесах рослин, що в підсумку впливає на загальну продуктивність посівів озимої пшениці.

Науково обґрунтована система удобрення, яка враховує ґрунтово-кліматичні умови, біологічні особливості сорту та фази онтогенезу, дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал культури та забезпечити стабільно високу врожайність озимої пшениці.

В таблиці 3.1 продемонстровано комплексний вплив різних рівнів мінерального живлення на структурні показники врожайності озимої пшениці, розкриваючи закономірності формування продуктивності колоса залежно від доз внесення азотних, фосфорних та калійних добрив. За динамікою показників, простежується чітка тенденція позитивного впливу збільшення норм мінерального живлення на структурні елементи врожайності. Найменші значення спостерігаються при внесенні мінімальної дози добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$, де довжина колоса становить 8,4 см, кількість колосків - 16,4 штук, кількість зерен - 25,3 штук, а маса зерна з колоса - 1,20 грама.

З підвищенням рівня мінерального живлення до системи $N_{60}P_{30}K_{50}$ відбувається поступове зростання всіх показників. Довжина колоса збільшується до 8,5 см, кількість колосків досягає 16,7 штук, кількість зерен зростає до 26,7 штук, а маса зерна з колоса підвищується до 1,29 грама. Це свідчить про позитивний вплив збалансованого мінерального живлення на формування репродуктивних органів пшениці.

Подальше підвищення норм удобрення до рівня $N_{80}P_{40}K_{70}$ демонструє більш відчутні зміни. Довжина колоса збільшується до 8,8 см, кількість колосків

зростає до 17,8 штук, кількість зерен досягає 29,3 штук, а маса зерна з колоса підвищується до 1,47 грама. На цьому етапі простежується чітка тенденція до збільшення потенціалу продуктивності рослин.

Система удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ характеризується такими показниками: довжина колоса сягає 8,9 см, кількість колосків становить 18,2 штук, кількість зерен досягає максимального значення - 32,1 штук, а маса зерна з колоса підвищується до 1,52 грама.

Система удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ характеризувалася найбільш оптимальними показниками. Довжина колоса залишилася на рівні 8,9 см, кількість колосків трохи зросла до 18,4 штук, кількість зерен підвищилася до 34,4 штук, а маса зерна з колоса підвищилася до 1,56 грама. Це свідчить про те, що дана система удобрення найбільш повно забезпечує потреби рослин у поживних речовинах.

Таблиця 3.1

Елементи продуктивності колоса озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Система удобрення	Довжина колоса, см	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г
$N_{40}P_{20}K_{30}$	8,4	16,4	25,3	1,20
$N_{60}P_{30}K_{50}$	8,5	16,7	26,7	1,29
$N_{80}P_{40}K_{70}$	8,8	17,8	29,3	1,47
$N_{120}P_{50}K_{90}$	8,9	18,2	32,1	1,52
$N_{140}P_{50}K_{90}$	8,9	18,4	34,4	1,56

Отже, оптимальною системою удобрення для формування високої врожайності озимої пшениці є внесення добрив у нормі $N_{140}P_{50}K_{90}$. Саме ця система забезпечила найбільш повну реалізацію потенціалу продуктивності рослин, створюючи оптимальні умови для формування репродуктивних органів та накопичення зернової маси. Довжина колоса була на рівні 8,9 см, кількість

колосків - 18,4 штук, кількість зерен - 34,4 штук, а маса зерна з колоса - 1,56 грама.

3.5 Урожайність озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення

Система удобрення відіграє визначальну роль у формуванні врожайності озимої пшениці, впливаючи на всі етапи онтогенезу рослин та забезпечуючи повноцінну реалізацію їхнього генетичного потенціалу.

На початкових етапах розвитку збалансована система удобрення створює потужний фундамент для росту та розвитку рослин. Восени мінеральні добрива сприяють формуванню міцної кореневої системи, накопиченню цукрів та підвищенню морозостійкості. Азотні добрива стимулюють ростові процеси, фосфорні забезпечують розвиток кореневої системи, а калійні підвищують загальну стійкість рослин до несприятливих умов.

У весняний період інтенсивність впливу мінеральних добрив посилюється. Азотні добрива активізують процеси кущіння, формування листкового апарату та закладання репродуктивних органів. Фосфорні добрива сприяють розвитку генеративних структур, прискорюють процеси цвітіння та зав'язування зерна. Калійні добрива підвищують стійкість рослин до посухи, хвороб та забезпечують якість зерна.

У критичні фази розвитку - вихід у трубку, колосіння та наливання зерна - система удобрення безпосередньо впливає на формування врожайності. Збалансоване живлення забезпечує оптимальну кількість продуктивних стебел, збільшення озерненості колоса та накопичення маси зерна.

Важливо дотримуватися принципу оптимізації, оскільки надмірне внесення добрив не лише економічно невиправдане, але й може призводити до негативних наслідків: перерості рослин, зниження стійкості до вилягання, погіршення якості зерна.

Ефективність системи удобрення залежить від багатьох факторів: ґрунтово-кліматичних умов, попередника, сортових особливостей, технології

виращування. Тому розробка системи удобрення повинна базуватися на ґрунтовому аналізі, врахуванні біологічних особливостей культури та місцевих агроекологічних умов [23, 45, 47].

Сучасні тенденції землеробства передбачають впровадження інтегрованих систем живлення, які включають не лише мінеральні добрива, але й елементи біологізації - використання мікробіологічних препаратів, органічних добрив, сидератів. Такий підхід дозволяє не лише підвищити врожайність, але й забезпечити відтворення родючості ґрунтів.

За результатами досліджень урожайність озимої пшениці сорту Чірон у 2023 рік на рівні живлення $N_{40}P_{20}K_{30}$ становила 41,8 ц/га (табл. 3.2). Підвищення норм мінерального живлення до $N_{60}P_{30}K_{50}$ забезпечила приріст урожайності 7,7 ц/га або 18,4%. При системі удобрення $N_{80}P_{40} K_{70}$ урожайність зростала до 53,9 ц/га, що становить приріст 12,1 ц/га або 24,4%.

Таблиця 3.2

Урожайність озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення, ц/га, 2023 рр.

Система удобрення	Урожайність, ц/га	Приріст	
		ц/га	%
$N_{40}P_{20}K_{30}$	41,8	-	-
$N_{60}P_{30}K_{50}$	49,5	7,7	18,4
$N_{80}P_{40} K_{70}$	53,9	12,1	24,4
$N_{120} P_{50} K_{90}$	69,6	27,8	51,6
$N_{140}P_{50}K_{90}$	72,4	30,6	44,0

НІР₀₅ – 2,09

Рівень удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ забезпечив врожайність зерна 69,6 ц/га з приростом 27,8 ц/га або 51,6% більше відносно норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$. Подальше збільшення норм до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до менш значного приросту - 30,6 ц/га або 44,0%, що становить 72,4 ц/га.

Станом на 2024 рік кліматичні умови Львівщини характеризуються низкою особливостей: нестабільним температурним режимом, неравномірним розподілом атмосферних опадів та ранніми весняними температурними коливаннями. Ці фактори безпосередньо впливають на ефективність систем мінерального живлення озимої пшениці.

Порівняно з попереднім роком спостерігається незначне зростання показників урожайності, що пов'язано з більш сприятливими погодними умовами 2024 року. На базовому рівні живлення $N_{40}P_{20}K_{30}$ урожайність становить 45,4 ц/га, що порівняно з попереднім роком є дещо вищим показником. Це може бути пов'язано з більш сприятливими умовами перезимівлі та весняної вегетації у 2024 році. Система удобрення $N_{60}P_{30}K_{50}$ забезпечила приріст 6,7 ц/га або 14,8%, що дещо менше порівняно з минулорічними показниками. За системи удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$ урожайність зерна сорту Чірон зросла до 57,3 ц/га з приростом 11,9 ц/га або 22,8% відносно норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$. Система удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ забезпечила врожайність на рівні 73,8 ц/га з приростом 28,4 ц/га або 49,6%. Збільшення норм до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призводить до врожайності 76,4 ц/га з приростом 31 ц/га або 42,0%.

Таблиця 3.3

Урожайність озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення, ц/га, 2024 рр.

Система удобрення	Урожайність, ц/га	Приріст	
		ц/га	%
$N_{40}P_{20}K_{30}$	45,4	-	-
$N_{60}P_{30}K_{50}$	52,1	6,7	14,8
$N_{80}P_{40}K_{70}$	57,3	11,9	22,8
$N_{120}P_{50}K_{90}$	73,8	28,4	49,6
$N_{140}P_{50}K_{90}$	76,4	31	42,0

$HP_{05} - 3,45$

Середній базовий рівень врожайності при системі удобрення $N_{40}P_{20}K_{30}$ становить 43,6 ц/га, що репрезентує мінімальний потенціал продуктивності

культури без інтенсивного мінерального живлення (табл. 3.4). Перехід до системи удобрення $N_{60}P_{30}K_{50}$ забезпечив приріст 7,2 ц/га або 16,5% відносно норми $N_{40}P_{20}K_{30}$. За системи удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$ урожайність зросла до 55,6 ц/га з приростом 12,0 ц/га або 23,6%.

Таблиця 3.4

Урожайність озимої пшениці сорту Чірон залежно від системи удобрення, ц/га (2023 – 2024 рр.)

Система удобрення	Урожайність, ц/га	Приріст	
		ц/га	%
$N_{40}P_{20}K_{30}$	43,6	-	-
$N_{60}P_{30}K_{50}$	50,8	7,2	16,5
$N_{80}P_{40}K_{70}$	55,6	12,0	23,6
$N_{120}P_{50}K_{90}$	71,7	28,1	50,5
$N_{140}P_{50}K_{90}$	74,4	30,8	43,0

Такий результат підтверджує ефективність поступового нарощування норм мінерального живлення. Система удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ забезпечила врожайність 71,7 ц/га з максимальним приростом 28,1 ц/га або 50,5%. Подальше збільшення норм до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до врожайності 74,4 ц/га з приростом 30,8 ц/га або 43,0%. Менший відносний приріст порівняно з попереднім варіантом свідчить про наближення до біологічної межі продуктивності сорту.

Узагальнені дані за два роки підтверджують стабільність отриманих результатів та дозволяють зробити висновок про доцільність системи удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ для кліматичних умов Львівщини. Ця система забезпечує оптимальне співвідношення між витратами на мінеральні добрива та приростом урожайності.

Отже, збільшення норми мінерального удобрення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до врожайності 74,4 ц/га з приростом 30,8 ц/га або 43,0% відносно норми удобрення $N_{40}P_{20}K_{30}$. Менший відносний приріст порівняно з попереднім варіантом може свідчити про наближення до біологічної межі продуктивності сорту.

3.6 Якісні показники зерна пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення

Система удобрення справляє визначальний вплив на масу 1000 насінин пшениці озимої, являючи собою складний біологічний механізм формування зернової продуктивності.

Фізіологічний вплив мінеральних добрив розкривається через глибокі метаболічні процеси в рослинному організмі. Азотні добрива активізують білковий обмін, стимулюють ферментативні процеси та забезпечують інтенсивне формування зародкової частини зерна. Фосфорні добрива створюють потужний енергетичний потенціал для розвитку репродуктивних органів, прискорюють процеси наливання зерна та накопичення крохмалю. Калійні добрива виступають каталізатором транспортування пластичних речовин, підвищують стійкість рослин та інтенсифікують вуглеводний обмін.

Динаміка впливу системи удобрення на масу 1000 насінин має хвилеподібний характер. На етапі мінімальних доз удобрення відбувається обмежене формування зернової маси через недостатнє надходження поживних речовин. З поступовим збільшенням норм мінерального живлення маса зерна послідовно зростає, досягаючи свого максимуму при оптимальних агрохімічних параметрах [23, 45, 47].

Визначальними факторами впливу виступають не лише абсолютні значення внесених добрив, але й збалансованість їхнього співвідношення, строки та способи застосування. Кожна фаза органогенезу висуває специфічні вимоги до мінерального живлення, що створює необхідність диференційованого підходу до удобрення.

Особливої уваги заслуговує врахування ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей сорту, попередників та загального фітосанітарного стану посівів. Кожне поле, кожен конкретний агроценоз вимагає індивідуального наукового підходу до формування системи мінерального живлення.

Сучасні технології землеробства передбачають не лише традиційне внесення мінеральних добрив, але й впровадження інтегрованих систем

живлення, які включають мікробіологічні препарати, регулятори росту та елементи біологізації. Такий комплексний підхід дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал пшениці озимої та забезпечити стабільно високу продуктивність.

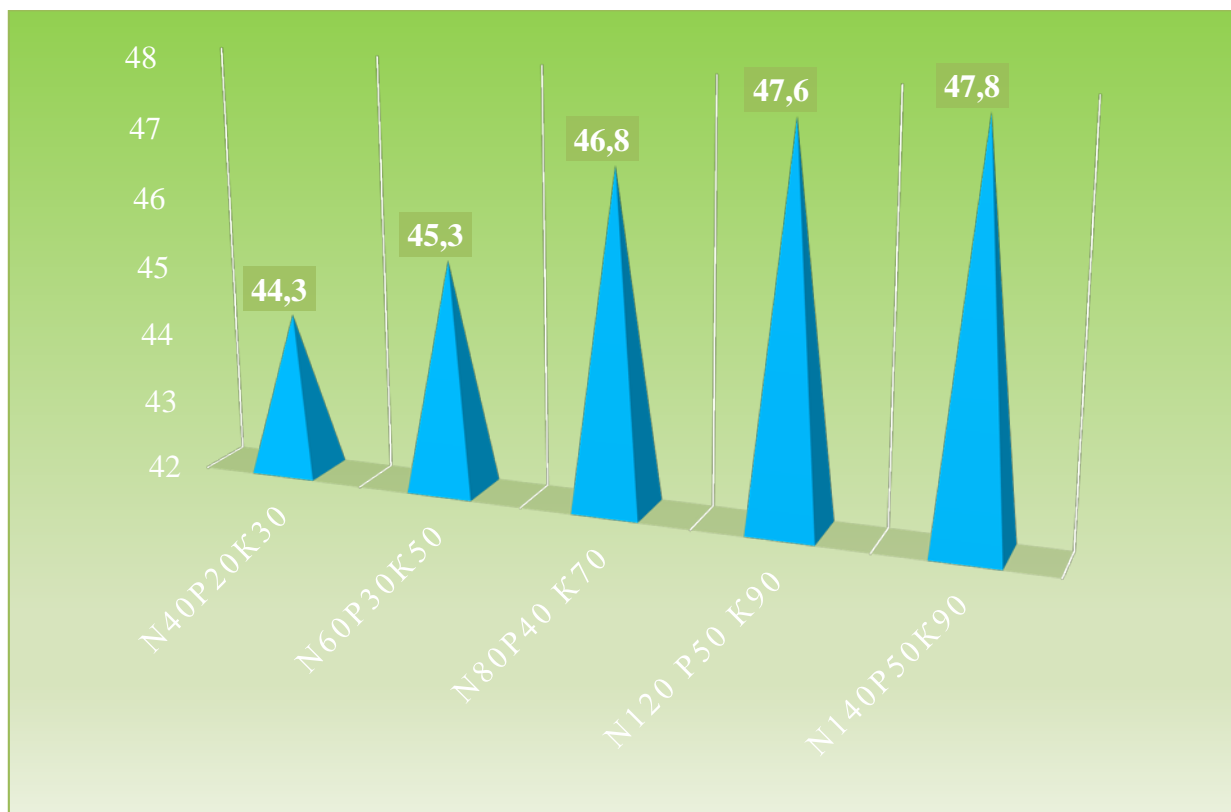


Рис. 3.5. Маса 1000 насінин пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

За результатами досліджень з вивчення особливостей формування продуктивності сортом озимої пшениці Чірон встановлено, що зі збільшенням доз внесення азоту (N), фосфору (P) та калію (K) спостерігається поступове зростання маси 1000 насінин.

У варіанті з дозою N₄₀P₂₀K₃₀ середня маса 1000 насінин становила 44,3 г, що є найнижчим показником серед досліджуваних варіантів. У випадку використання дози N₆₀P₃₀K₅₀ маса дещо збільшилася і склала 45,3 г. Дослідження варіанту із внесенням N₈₀P₄₀K₇₀ демонструє подальше зростання маси насіння до 46,8 г, що свідчить про позитивний вплив збільшених доз добрив. Ще кращі результати спостерігалися у варіанті N₁₂₀P₅₀K₉₀, де маса 1000 насінин досягла

47,6 г. Максимального результату досягнуто при внесенні дози $N_{140}P_{50}K_{90}$, де середня маса 1000 насінин становила 47,8 г. Це свідчить про те, що в межах досліджуваних систем удобрення підвищення рівня мінерального живлення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ сприяє покращенню маси 1000 насінин. Водночас оптимальні результати були досягнуті при використанні високих доз азоту, фосфору та калію, що підкреслює важливість збалансованого внесення добрив для підвищення продуктивності культур.

Вплив системи удобрення на натуру зерна озимої пшениці є значним, адже застосування мінеральних добрив впливає як на загальний рівень урожайності, так і на якісні характеристики зерна, зокрема його натуру. Натура зерна, що є показником його щільності та об'ємної маси, визначається структурою і повнотою зернівок, які формуються під впливом агротехнічних заходів [43, 57, 62].

Збільшення доз азоту, фосфору та калію у системі удобрення сприяє покращенню процесів живлення рослин, що впливає на формування більш повноцінного і щільного зерна. Дослідження показують, що при оптимальному рівні внесення добрив натура зерна підвищується завдяки поліпшенню біохімічних процесів у рослинах, особливо під час наливання зерна. Добрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення, які сприяють інтенсивнішому фотосинтезу, що, у свою чергу, забезпечує накопичення сухих речовин у зерні.

Надмірне внесення добрив може негативно позначитися на натурі зерна. Надлишкові дози азоту можуть призводити до зниження щільності зерна через стимулювання надмірного вегетативного росту, що виснажує ресурси рослини і зменшує їх концентрацію на формування зернівок.

За результатами проведених досліджень встановлено, що досліджуванні системи удобрення впливали на показник натурі зерна. На варіанті з нормою добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$ натура зерна становила 768 г/л. Збільшення рівня удобрення до $N_{60}P_{30}K_{50}$ і $N_{80}P_{40}K_{70}$ призвело до приросту на 17 і 18 г/л, натура зерна на цих варіантах становила 785 і 786 г/л відповідно. Найвищі показники натурі зерна

забезпечили варіанти з нормою удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 790 і 793 г/л, що є на 22 і 25 г/л більше норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$.

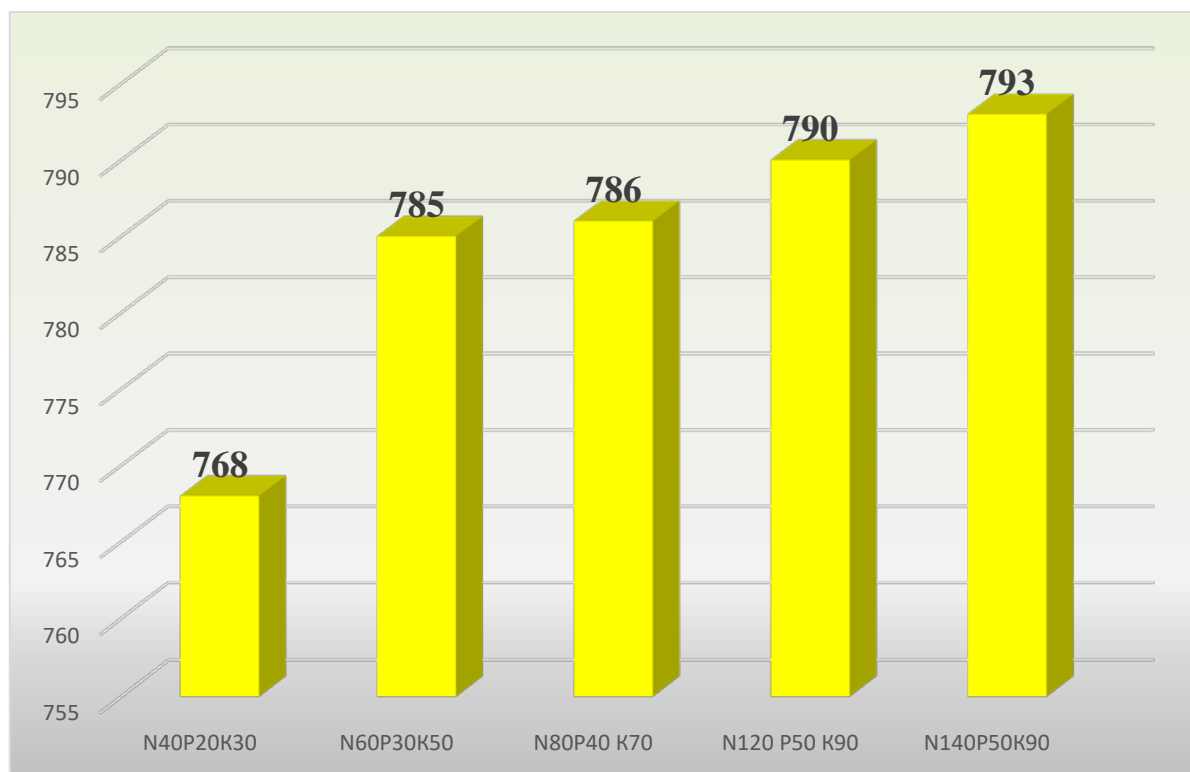


Рис. 3.6. Натура зерна пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення, г/л (2023 – 2024 рр.).

Якісні показники зерна, такі як вміст білка, клейковини, склоподібність, також знаходяться в прямій залежності від системи мінерального живлення. Азотні добрива підвищують вміст білка, фосфорні та калійні сприяють накопиченню вуглеводів та поліпшенню біохімічних показників зерна.

За результатами досліджень встановлено закономірне збільшення вмісту білка із збільшенням рівня удобрення. Найбільший вміст було відзначено за норми добрив з найбільшим вмістом елементів живлення $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 12,95 %, що є на 1,52 % г/л більше норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$ (рис. 3.7).

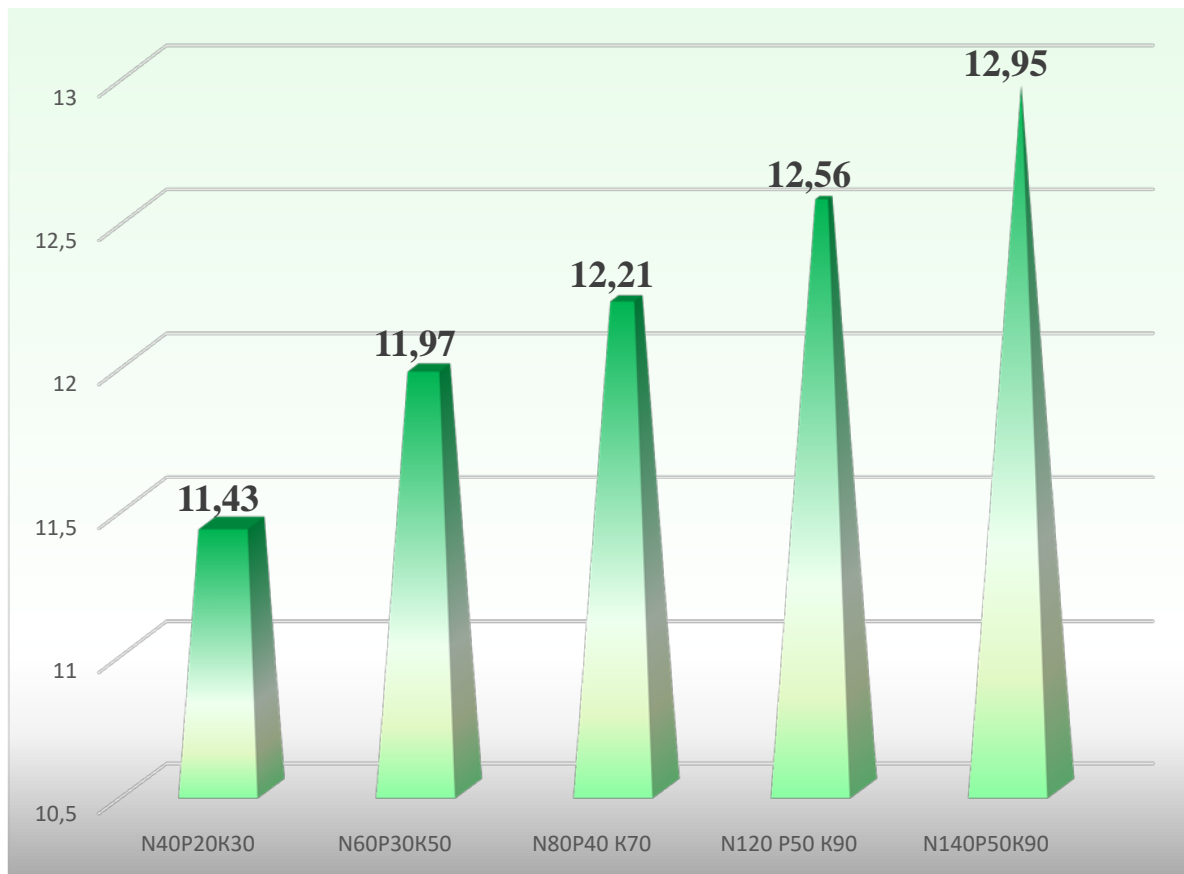


Рис. 3.7. Вміст білка в зерні пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Система удобрення має значний вплив на вміст клейковини в зерні озимої пшениці, оскільки забезпечення рослин необхідними елементами живлення впливає на синтез білків, які є основою для формування клейковини. Основну роль у цьому процесі відіграє азот, який є ключовим елементом живлення для білкового обміну.

Внесення азотних добрив сприяє підвищенню вмісту білка в зерні, що безпосередньо впливає на кількість і якість клейковини. При оптимальних дозах азоту спостерігається збільшення синтезу гліадину та глютеніну — білків, які утворюють клейковину. Це забезпечує не лише підвищення її кількісного вмісту, але й покращення еластичності та пружності, що є важливими показниками якості борошна.

Фосфорні та калійні добрива також опосередковано впливають на вміст клейковини. Фосфор сприяє кращому розвитку кореневої системи, що забезпечує ефективніше засвоєння азоту. Калій, у свою чергу, регулює водний

баланс рослини, що дозволяє їй краще переносити посуху чи інші стресові фактори, які можуть знижувати синтез білка.

Проте варто зазначити, що надмірне внесення азоту може мати негативний вплив. Надлишкові дози цього елемента можуть спричинити надмірне накопичення нітратів, що погіршує якість білків і, відповідно, знижує якість клейковини, незважаючи на її високий вміст. Крім того, у таких умовах зерно може бути недостатньо щільним і легшим, що ускладнює його переробку.

Вплив добрив на вміст клейковини також залежить від строків їх внесення. Наприклад, внесення азоту в період формування колосу та наливання зерна має найбільший ефект на накопичення білка, тоді як надмірне внесення на ранніх етапах розвитку рослини більше стимулює вегетативний ріст, що може негативно позначитися на якості зерна.

Для досягнення високого вмісту і якості клейковини в зерні озимої пшениці важливо забезпечити збалансоване живлення рослин азотом, фосфором і калієм у відповідних дозах та у правильний час. Це дозволяє оптимізувати білковий обмін у рослині, сприяючи формуванню якісного зерна з високими технологічними характеристиками.

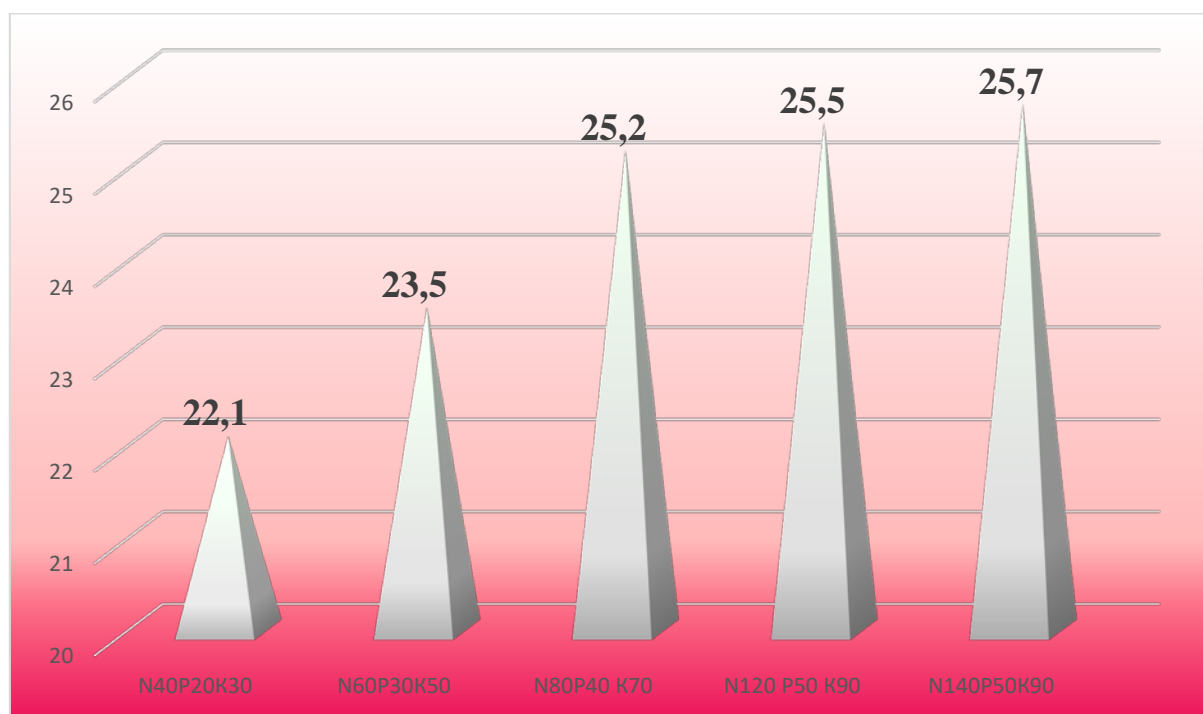


Рис. 3.8. Вміст клейковини в зерні пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

За результатами наших досліджень найбільший вміст клейковини в зерні пшениці озимої сорту Чірон було отримано за системи удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 25,7 %, що є на 3,6 % більше норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$ (рис. 3.8).

Таблиця 3.5

Якісні показники зерна пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Система удобрення	Натура зерна, г/л	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %
$N_{40}P_{20}K_{30}$	768	11,43	22,1
$N_{60}P_{30}K_{50}$	785	11,97	23,5
$N_{80}P_{40} K_{70}$	786	12,21	25,2
$N_{120} P_{50} K_{90}$	790	12,56	25,5
$N_{140}P_{50}K_{90}$	793	12,95	25,7

Отже, зі збільшенням доз внесення азоту (N), фосфору (P) та калію (K) спостерігається поступове зростання маси 1000 насінин. Максимального результату досягнуто при внесенні дози $N_{140}P_{50}K_{90}$, де середня маса 1000 насінин становила 47,8 г. Це свідчить про те, що в межах досліджуваних систем удобрення підвищення рівня мінерального живлення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ сприяє покращенню маси 1000 насінин.

За результатами досліджень встановлено закономірне збільшення вмісту білка та клейковини із збільшенням рівня удобрення. Найбільший вміст було відзначено за норми добрив з найбільшим вмістом елементів живлення $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 12,95 та 25,7 %, що є на 1,52 і 3,6 % більше відносно норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$.

3.7 Економічна ефективність вирощування сорту пшениці озимої Чірон залежно від системи удобрення

Економічна ефективність вирощування озимої пшениці суттєво залежить від системи удобрення, оскільки правильний вибір та оптимізація добрив забезпечують збільшення урожайності, покращення якості зерна та підвищення

рентабельності виробництва. Основним показником економічної ефективності є співвідношення витрат на внесення добрив до додаткового прибутку, отриманого завдяки підвищенню врожайності та якості зерна.

Крім того, економічна ефективність залежить від цін на добрива, зерно, а також від природних умов року. У сприятливі роки з достатньою кількістю вологи та оптимальними температурними умовами вплив добрив на врожайність максимальний, що збільшує їхню економічну доцільність. У менш сприятливі роки ефективність добрив може знижуватися, особливо якщо їх внесення не адаптовано до погодних умов.

Важливим показником оцінки ефективності є також собівартість виробництва зерна. Використання збалансованої системи удобрення сприяє зниженню собівартості за рахунок збільшення виходу продукції. При цьому рівень рентабельності значно підвищується, якщо вирощене зерно має високу якість і реалізується за вигідною ціною.

Для досягнення максимальної економічної ефективності вирощування озимої пшениці необхідно враховувати не лише оптимальні дози добрив, а й строки та способи їх внесення, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, а також поточні ціни на ресурси і продукцію. Збалансований підхід до удобрення дозволяє мінімізувати витрати, підвищити продуктивність та забезпечити стабільний прибуток для господарств.

Для розрахунків використовували актуальні ціни на зерно пшениці, мінеральні добрива та засоби захисту станом на 1.11.2024 р.

Внесення азотних, фосфорних та калійних добрив у різних співвідношеннях формує різну продуктивність культур. Норма добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ продемонструвала найвищу економічну ефективність, оскільки забезпечила оптимальний баланс між витратами на добрива та підвищенням урожайності. Рівень умовно чистого прибутку становив 30130 грн/га, а рівень рентабельності був найвищим по досліді 87,59 %. В таких умовах урожайність зерна зростала до рівня, що дозволяє покривати витрати на добрива та забезпечувати прибуток.

Використання інтенсивної системи удобрення з більшими дозами $N_{140}P_{80}K_{80}$, хоча й сприяє ще більшій урожайності, проте мала нижчу рентабельність через високі затрати на придбання та внесення добрив – 69,26 %. Надмірне застосування добрив може знижувати якість зерна або спричинити зростання витрат, які не окуповуються відповідним підвищенням доходів.

Таблиця 3.6

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення (2023 – 2024 рр.).

Рівень удобрення	Врожайність, ц/га	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі затрати на 1 га, грн	Собівартість 1 ц продукції, грн	Чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
$N_{40}P_{20}K_{30}$	43,6	39240	21590	495,2	17650	81,75
$N_{60}P_{30}K_{50}$	50,8	45720	25800	507,9	19920	77,21
$N_{80}P_{40}K_{70}$	55,6	50040	27840	500,7	22200	79,74
$N_{120}P_{50}K_{90}$	71,7	64530	34400	479,8	30130	87,59
$N_{140}P_{50}K_{90}$	74,4	66960	37560	504,8	29400	78,27

Найнижча врожайність - 43,6 ц/га спостерігалася при застосуванні системи удобрення $N_{40}P_{20}K_{30}$. Водночас коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому випадку становить 2,36, що є найменшим значенням серед усіх представлених варіантів (рис.3.9).

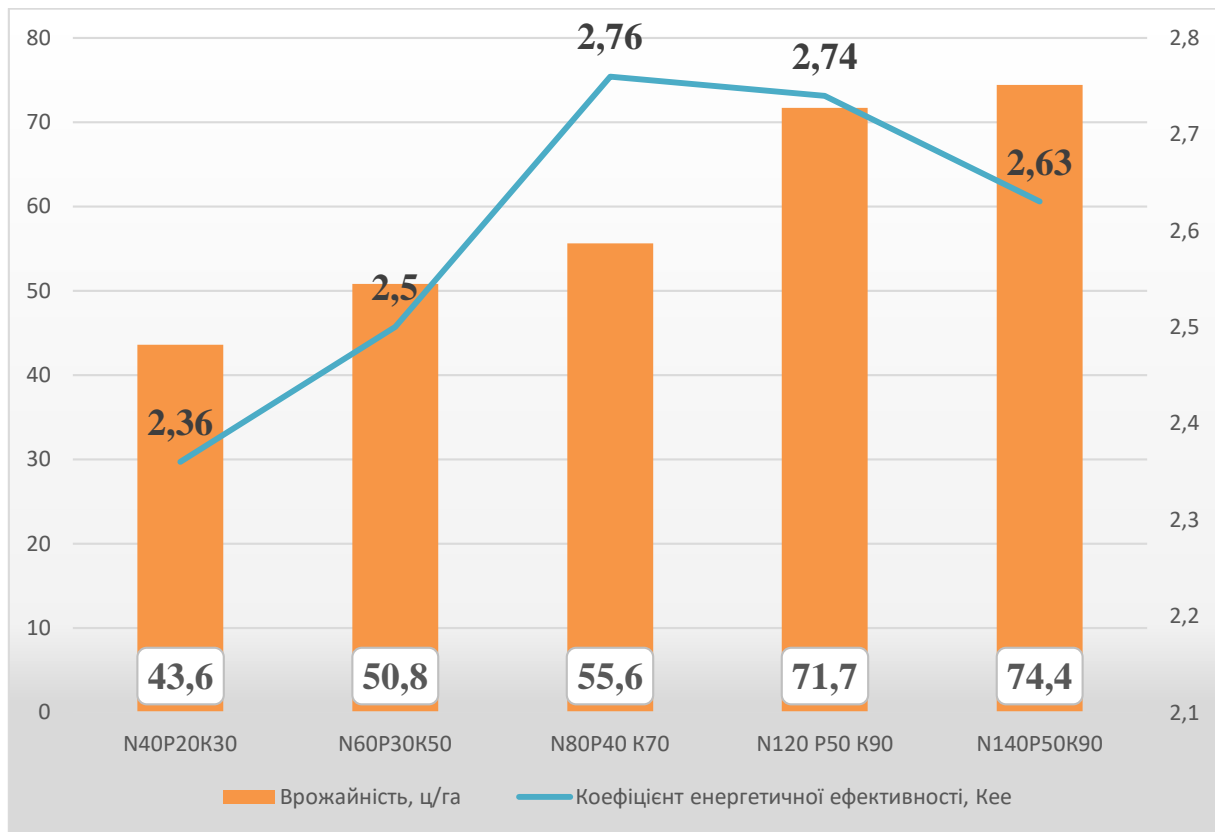


Рис. 3.9. Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої сорту Чірон залежно від системи удобрення, Кеє (2023 – 2024 рр.).

Зі збільшенням норм добрив до $N_{60}P_{30}K_{50}$ і $N_{80}P_{40}K_{70}$ врожайність поступово зростала до 50,8 ц/га та 55,6 ц/га відповідно, а коефіцієнт енергетичної ефективності відповідно підвищився до 2,5 і 2,76. Максимального значення Кеє досягала при системі удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$.

Подальше підвищення доз добрив до рівня $N_{120}P_{50}K_{90}$ сприяло суттєвому зростанню врожайності до 71,7 ц/га. Однак Кеє у цьому випадку дещо знизився до 2,74, що пояснюється більшими енергетичними витратами на вирощування культури.

При максимальних дозах удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ досягала найвища врожайність - 74,4 ц/га, але коефіцієнт енергетичної ефективності знизився до 2,63. Це свідчить про те, що подальше збільшення кількості добрив стає менш енергетично ефективним через зростання витрат, які не окупаються пропорційним підвищенням урожайності.

Отже, норма добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ продемонструвала найвищу економічну ефективність, оскільки забезпечила оптимальний баланс між витратами на добрива та підвищенням урожайності. Рівень умовно чистого прибутку становив 30130 грн/га, а рівень рентабельності був найвищим по досліді 87,59 %. В таких умовах урожайність зерна зростала до рівня, що дозволяє покривати витрати на добрива та забезпечувати прибуток.

Найбільша енергетична ефективність $K_{ee} = 2,76$ спостерігалася при застосуванні системи удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$, що забезпечує оптимальний баланс між врожайністю і витратами енергії. Вищі дози добрив хоч і сприяють збільшенню урожайності, але мають знижений коефіцієнт енергетичної ефективності, що свідчить про зростання енергетичних витрат.

ВИСНОВКИ

1. Рівні удобрення мали вплив на польову схожість насіння пшениці озимої: на фоні $N_{40}P_{20}K_{30}$ становила 87,7% і була найвищою по досліді. Найнижча польова схожість була на фонах мінерального удобрення $N_{120} P_{50} K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$, де вона становила 85,5 % і 84,7 %, що менше порівняно з першим варіантом на 2,2 і 3,0 %.

2. Збалансоване внесення мінеральних добрив з урахуванням фази розвитку рослин та ґрунтово-кліматичних умов є ключовим фактором підвищення зимостійкості озимої пшениці. Встановлено, що системи удобрення мали вплив на зимостійкість і виживання рослин озимої пшениці. Найвищу зимостійкість 96,4% спостерігали за системи удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ з найвищими дозами фосфорно-калійних добрив. Оскільки, калій підвищує стійкість рослин до низьких температур, сприяє накопиченню цукрів та інших захисних речовин у клітинах. Фосфор покращує кореневу систему та загальну стійкість рослин до стресових умов, зокрема низьких температур. Загалом, по досліді показники зимостійкості коливалися від 92,5% для системи $N_{40}P_{20}K_{30}$ до 96,4% для системи $N_{140}P_{50}K_{90}$.

3. Густота рослин на час збирання коливалася від 363,3 до 382,5 шт/м². Підвищення рівня удобрення сприяло збільшенню кількості рослин від 1 до 6 рослин на м², залежно від рівня удобрення. Найвищу густоту рослин пшениці озимої забезпечив рівень удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 382,5 шт/м², що є на 19,2 шт/м² рослин більше відносно варіанту досліді із удобренням $N_{40}P_{20}K_{30}$.

4. Внесення азоту у перше підживлення є вирішальним для інтенсивності кушіння. Коефіцієнт кушіння пшениці озимої сорту Чірон коливався від 2,01 за норми $N_{40}P_{20}K_{30}$ і до 2,03, за найбільш рівнів удобрення $N_{120} P_{50} K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$.

5. Система удобрення $N_{140}P_{50}K_{90}$ забезпечила найбільш повну реалізацію потенціалу продуктивності рослин, створюючи оптимальні умови для формування репродуктивних органів та накопичення зернової маси. Довжина

колоса була на рівні 8,9 см, кількість колосків - 18,4 штук, кількість зерен - 34,4 штук, а маса зерна з колоса - 1,56 грама.

6. Збільшення норми мінерального удобрення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ призвело до врожайності 74,4 ц/га з приростом 30,8 ц/га або 43,0% відносно норми удобрення $N_{40}P_{20}K_{30}$.

7. Зі збільшенням доз внесення азоту (N), фосфору (P) та калію (K) спостерігається поступове зростання маси 1000 насінин. Максимального результату досягнуто при внесенні дози $N_{140}P_{50}K_{90}$, де середня маса 1000 насінин становила 47,8 г. Це свідчить про те, що в межах досліджуваних систем удобрення підвищення рівня мінерального живлення до $N_{140}P_{50}K_{90}$ сприяє покращенню маси 1000 насінин.

8. За результатами проведених досліджень встановлено, що досліджувані системи удобрення впливали на показник натурності зерна. На варіанті з нормою добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$ натура зерна становила 768 г/л. Збільшення рівня удобрення до $N_{60}P_{30}K_{50}$ і $N_{80}P_{40}K_{70}$ призвело до приросту на 17 і 18 г/л, натура зерна на цих варіантах становила 785 і 786 г/л відповідно. Найвищі показники натурності зерна забезпечили варіанти з нормою удобрення $N_{120}P_{50}K_{90}$ і $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 790 і 793 г/л, що є на 22 і 25 г/л більше норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$.

9. Встановлено закономірне збільшення вмісту білка та клейковини із збільшенням рівня удобрення. Найбільший вміст було відзначено за норми добрив з найбільшим вмістом елементів живлення $N_{140}P_{50}K_{90}$ – 12,95 та 25,7 %, що є на 1,52 і 3,6 % більше відносно норми добрив $N_{40}P_{20}K_{30}$.

10. Норма добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ продемонструвала найвищу економічну ефективність, оскільки забезпечила оптимальний баланс між витратами на добрива та підвищенням урожайності. Рівень умовно чистого прибутку становив 30130 грн/га, а рівень рентабельності був найвищим по досліді 87,59 %. В таких умовах урожайність зерна зростала до рівня, що дозволяє покривати витрати на добрива та забезпечувати прибуток.

11. Найбільша енергетична ефективність $K_{ee} = 2,76$ спостерігалася при застосуванні системи удобрення $N_{80}P_{40}K_{70}$, що забезпечує оптимальний баланс

між врожайністю і витратами енергії. Вищі дози добрив хоч і сприяють збільшенню урожайності, але мають знижений коефіцієнт енергетичної ефективності, що свідчить про зростання енергетичних витрат.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування сорту озимої пшениці Чірон, з метою отримання врожаю на рівні 72 ц/га, в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу на темно – сірому опідзоленому ґрунті, рекомендується застосовувати оптимальну систему удобрення є $N_{120}P_{60}K_{60}$ (N_{50} у фазу кущіння + N_{60} у фазу початку виходу в трубку (ВВСН 27-32) + N_{30} у фазу колосіння (ВВСН 51-59)).

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Андрійчук В. Г. Методика визначення собівартості сільськогосподарської продукції. Економіка аграрних підприємств. Київ : КНЕУ, 2002. 624 с.
2. Базалій В. В., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Грабовський П. В. Вплив умов зволоження та фону мінерального живлення на водоспоживання та врожайність сортів твердої озимої пшениці в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. 2011. № 77. С. 20–30.
3. Базалій Г. Г., Колесникова Н. Д., Клубук В. В. Сорти пшениці озимої м'якої для зони Південного Степу України на межі століть. Зрошуване землеробство. 2014. № 62. С. 82-86.
4. Білітюк А.П., Гарбар Л.А., Циганчук С.М. Вплив технологічних процесів вирощування на урожайність та якість пшениці озимої в умовах Західного Полісся України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 3. С. 68–71. doi: 10.31210/visnyk2012.03.13
5. Війна змінює структуру посівних площ - перші прогнози урожаю 2023 року. Міністерство аграрної політики та продовольства. 21 березня 2023. URL: <https://minagro.gov.ua/news/vijna-zminyuye-strukturu-posivnihploshch-pershi-prognozi-urozhayu-2023-roku>.
6. Вінюков О. О. Вплив строків сівби на продуктивність сортів пшениці озимої різних селекційних центрів України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2015. № 8. С. 158– 162.
7. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 6-8.
8. Вожегова Р. А., Гончаренко О. Л. Моделювання насінневої продуктивності сортів пшениці озимої залежно від норм висіву та умов

зволоження. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 1 (71). doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.021

9. Гаврилюк В., Вакуленко В. Пластичність вітчизняного походження. *Зерно*. 2020. № 3 (168). С. 64-74. 25

10. Гаврилюк М. М., Каленич П. Є. Вплив екологічних чинників на врожайність нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1(778). С. 25–29.

11. Гирка А. Д., Педаш О. О., Кулик І. О., Вінюков О. О., Іщенко В. А. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian J. of Ecology*. 2017. № 7 (1). Р. 30–36.

12. Гирка А.Д., Педаш О.О., Кулик І.О. та ін. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian J. of Ecology*. 2017. №7(1). Р. 30–36.

13. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Стасіневич О. Ю. Реакція різних сортів пшениці озимої на удобрення. *Вісник Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2009. № 1. С. 184–192.

1. Гудзь В. П., Примак І. Д., Танчик С. П., Шувар І. А. *Землеробство : підручник*. 3-тє вид. перероб. та доп. К.: ЦУЛ, 2014. 480 с.

2. Гудзь В. П., Шувар І. А., Данік В. В. *Ущільнені посіви для сталих агроценозів в Україні: Навч. посіб.* Вінниця: ТОВ „Нілан ЛТД”, 2014. 256с.

14. Давиденко Г. А. Вплив попередників і добрив на агрохімічні показники ґрунту і продуктивність озимої пшениці. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2012. № 9 (24). С. 37–39.

15. Деревянко І. О., Гончарова Д. Д., Подпряткова Ю. С., Аксенко П. А. Ефективність використання комплексного біологічного препарату МегаВрожай на формування показників врожайності та якості зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2022. 14. С. 23-29. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.

16. Економічний довідник аграрника / В. І. Дробот, Г. І. Зуб, М. П. Кононенко та ін. ; за ред. Ю. Я. Лузана, П. Т. Саблука. Київ : Преса України, 2003. 800 с.
17. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Сучкова В. М., Міщенко С. В., Лавриненко Ю. О. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2022. 14. С. 152-160. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2
18. Заїма О. А., Дергачов О. Л. Урожайність сортів пшениці озимої залежно від агротехнічних заходів. Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату : міжнар. наук.-практ. інт.-конф. Дніпро, ДУ ІЗК НААН, 2023. С. 115–117.
19. Карамушка О. М. Підвищення конкурентоспроможності виробників зернових культур в Україні. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. № 2(40). 2016. С. 104–108.
20. Коновалов Д. Мирна хліборобська зброя. Пропозиція. 2023. 9(335). С. 20-22.
21. Корохова М. М. Продуктивність сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2015. 204 с.
22. Корхова М. М., Нікончук Н. В., Панфілова А. В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2021. № 122. С. 48-55. doi:10.32851/2226-0099.2021.122.7
23. Коць С. Я. Творець хлібного достатку (до 85-річчя від дня народження академіка НАН України Володимира Васильовича Моргуна. Фізіологія рослин і генетика. 2023. Т.55. №1(321). С. 3-24.

24. Кривенко А.І., Почколіна С.В., Безеде Н.Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2019. № 107. С. 78–85.
25. Кулька В. П., Самець Н. П. Сорт як вагомий фактор стабільного врожаю зернових культур. Проблеми і перспективи сучасної аграрної науки : міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС, 2017. С. 12.
26. Литвиненко М. Фактори впливу на виробництво пшениці озимої в Україні. Пропозиція. 2017. № 4. С. 74–77.
27. Лихочвор В.В. Особливості формування рослин озимої пшениці залежно від технології сівби. Вісник аграрної науки. 2014. № 2. С.40-46.
28. Лихочвор В. В. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
29. Лихочвор В. Сівба в оптимальні строки: як не прогадати? Агробізнес сьогодні. 2016. № 18(337). С. 38–40.
30. Лихочвор В.В. Вплив строків сівби на продуктивність озимої пшениці. Актуальні проблеми медицини, біології, ветеринарії і сільського господарства 36-наук. пр. Львів: Віче. 2000. С. 176-178.
31. Лихочвор В.В. Мінімальні затрати - високі результати. Земля і люди України. 2016. № 3. С.3-4.
32. Лихочвор В.В. Озима пшениця - культура прибуткова. Сільський господар. 2018. № 1. С.33-35.
33. Лихочвор В.В. Ресурсоощадна технологія вирощування озимої пшениці для умов Західної України: Монографія. Львів: Українські технології, 1997. 204 с.
34. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с
35. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання. Перероблене. Львів. Растр-7. 2021. 288с.

36. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озима пшениця. Львів: НВФ "Українські технології", 2006. 216 с
37. Ляшенко В. В., Маренич М. М. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої. Вісник Полтавської державної академії. 2010. № 2. С. 46-50.
38. Ляшенко В. В., Маренич М. М. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2010. № 2. С. 46–50.
39. Маренич М. М. Фактори, які обмежують виробництво зерна в умовах змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : міжнар. наук.-практ. конф. Київ : ДУ «НМЦ Агроосвіта», 2018. С. 117–120.
40. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. Агробіологія. 2020. № 1. С. 96-103. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103
41. Матеріали моніторингу ґрунтів ТДСГДС ІКСГП НААН, м. Хоростків Гусятинського району Тернопільської області. Тернопіль, 2018. 98 с.
42. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. Чабани : Інститут землеробства УААН, 2001. 22 с.
43. Моргун В. В. Внесок генетики і селекції рослин у забезпечення продовольчої безпеки України. Вісник НАН України. 2016. № 5. С. 20–23.
44. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.
45. Оничко Т. О. Вплив строків сівби на врожайність та якість зерна сучасних сортів пшениці озимої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія. Суми, 2012. Вип. № 2. С. 136–142.

46. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів : Українські технології, 2020. 806 с.
47. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. Вісник аграрної науки. 2018. № 2 (779). С. 17–23. DOI: 10.31073/agrovisnyk201802-03
48. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. Вісник аграрної науки. 2018. № 2 (779). С. 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03
49. Польовий В. М., Лукащук Л. Я., Гук Л. І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2018. № 11. С. 35–40.
50. Польовий В.М., Лукащук Л.Я., Гук Л.І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2018. № 11 (788). С. 35–40. doi: 10.31073/agrovisnyk 201811-05
51. Почколіна С. В., Когут І. М., Сергеев Л. А., Мельник О. Т. Урожайність зерна перспективних і нових сортів пшениці озимої залежно від різних строків сівби в умовах півдня України. Зернові культури. 2023. Том 7. № 2. С. 293–299. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0289>
52. Про затвердження Методичних рекомендацій з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств : Наказ Міністерства аграрної політики України від 18.05.2001 р. № 132. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1021.122.1&nobreak=1> 5. (дата звернення: 15.01.2024).
53. Свідерко М.С., Шувар А.М., Ткаченко Л.Ю. та ін. Фотосинтетична продуктивність рослин озимої пшениці залежно від строків сівби й умов живлення. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58 (II). С. 90–97
54. Солодушко М. М., Гасанова І. І., Прядко Ю. М., Носенко Ю. М. Урожайність і якість зерна пшениці і тритикале озимих залежно від

попередників та строків сівби. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпро, 2016. № 11. С. 35–39.

55. Степаненко С. М., Польовий В. М. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія. Одеський державний екологічний університет. Одеса : ТЕС. 2018. 548 с.

56. Ткаченко К.В., Варченко О.М. Аналіз структури виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах України. Економіка та управління АПК. 2014. № 2. С. 134–140.

57. Ткачук В. П., Сторожук В. В., Тимощук Т. М. Забур'яненість та продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву. Вісник ЖНАЕУ. 2017. Т. 1, № 1 (58). С. 69–79.

58. Ткачук В. П., Тимощук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. Вісник аграрної науки. 2020. № 3 (804). С. 38–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05>

59. Ткачук В. П., Тимощук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. Вісник аграрної науки. 2020. № 3 (804). С. 38–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05>

60. Ткачук В.П., Сторожук В.В., Тимощук Т.М. Забур'яненість та продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву. Вісник ЖНАЕУ. 2017. Т. 1, № 1 (58). С. 69–79.

61. У 2023 році посівні площі під зерновими в Україні скоротяться на 45%, а валовий збір – до 60%. Агроном. 24 січня 2024. URL: <https://www.agronom.com.ua/u-2023-rotsi-posivni-ploshhi-pid-zernovymy-vukrayini-skorotyatsya-na-45-a-valovyj-zbir-do-60/>.

62. Уліч О. Л. Тенденції зміни строків сівби пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) у південній частині Правобережного Лісостепу України за трансформації клімату. Вісник аграрної науки. 2018. № 6(783). С. 19–24.

63. Уліч О.Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 4. С. 58–62.

64. Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямку розвитку/редкол.: В.В.Моргун (гол.ред.). Київ: Логос, 2017. С. 6-8.
65. Хорошун І.В., Назаренко М.М. Врожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої в умовах Півночі Степу. № 24 (2024): Аграрні інновації. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.32>
66. Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М. та ін. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування: монографія. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. 548 с.
67. Шевченко Л. А., Селінний М. М., Рябуха Г. І., Кудряшова К. М. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність різних сортів пшениці озимої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2022. Вип. 1 (47). С. 138-143. doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.19
68. Шувар І.А., Роїк М.В., Іванишин В.В. та ін. Сидерація в технологіях сучасного землеробства: науково-виробниче видання: монографія / за заг. ред. І.А. Шуvara, М.В. Роїка. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 182 с.
69. Шувар І. А. Гербологія: термінологічний словник-довідник. Львів: Арал, 2007. 180 с.
70. Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів: Навч. посіб. Львів: „Новий Світ-2000”, 2008. 496 с.
71. Шувар І. А. та ін. Еколого-гербологічний моніторинг і прогноз в агроценозах: Навч. посіб. / За ред. І. А. Шуvara. Львів: НВФ „Українські технології”, 2010. 232с.
72. Шувар І. А., Бердніков О.М., Сендецький В.М. та ін. Сидерати в сучасному землеробстві: науково-виробниче видання: монографія / За заг. ред. І. А. Шуvara. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 156с.
73. Шувар І. А., Бунчак О.М., Сендецький В.М. та ін. Виробництво і використання органічних добрив: монографія За заг. ред. І. А. Шуvara. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596с.

74. Шувар І. А., Гудзь В. П., Печенюк В. І. та ін. Обробіток ґрунту в адаптивно-ландшафтних системах землеробства: Навч. посіб. /За ред. І. А. Шувара. Львів: НВФ „Українські технології”, 2010. 350с.
75. Ярчук І.І., Мельник Т.В. Строки сівби і норми висіву пшениці твердої озимої. Зернові культури. 2018. Т 2, № 1. С. 94–100. doi: 10.31867/2523-4544/0013
76. Ящук, Т., Самець, Н., Грицевич, Ю., & Музика, О. (2024). Економічна ефективність вирощування нових вітчизняних сортів пшениці озимої за різних строків сівби в умовах західного лісостепу України. *ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА*, 0(1), 2024, 161-172. <http://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/1202>
77. Hirzel, J., Matus I., and Madariaga R. Effect of split nitrogen applications on durum wheat cultivars in volcanic soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2010. № 70. P. 590–595
78. Bhandare R. K., Nyaupane S., Poudel R. M. Expression and association of quantitative traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under different wheat growing environments. *Agriculture*. 2023. 9. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2288394>.
79. Campillo R., Jobet C., and Undurraga P. Effects of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter wheat cv. Kumpa INIA in Andisols of Southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2010. 70. P. 122–131
80. Dubytska, A., Kachma, O., Dubytskyi, O., Vavrynovych, O., & Kotyk, Z. (2024). Stochastic predetermination of bioproductivity component by the growth features of winter wheat upper leaf blades. *Scientific Horizons*, 27(5), 51-67. doi: 10.48077/scihor5.2024.51.
81. Horshchar, V., & Nazarenko, M. (2024). Heritable variability in winter wheat at the interaction of genotype with factors of high genetic activity. *Scientific Horizons*, 27(1), 80-93. doi: 10.48077/scihor1.2024.80.

82. Khomenko L. Creation of winter wheat source material with increased adaptive potential to adverse environmental conditions. European Union “EUREKA: Life Sciences”. 2021. № 6. P. 25-33. DOI:10.21303/2504-5695.2021.002188.

83. Litke L., Gaile Z. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. Agronomy Research. 2018. 16 (2). P. 500–509. <https://doi.org/10.15159/AR.18.064>