

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Дослідження впливу удобрення та сорту на врожайність
озимої пшениці»**

Виконав: студент II курсу, групи Аг-61
галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство»
спеціальності 201 «Агрономія»

Кобак Тарас Володимирович

Дубляни – 2025

УДК 633.11:631.53:631.8

Дослідження впливу удобрення та сорту на врожайність озимої пшениці.

Кобак Тарас Володимирович. – Кваліфікаційна робота. Кафедра генетики, селекції та захисту рослин. – Дубляни, Львівський НУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2025 р.

86 стор. текст. част., 9 табл., 16 рис., 79 джерел

Дослідження проводили впродовж 2024...2025 років на території товариства з обмеженою відповідальністю «***» у селі Тараканів Дубенського району Рівненської області. Закладали двохфакторний польовий дослід, у якому вивчали вплив сорту (Магнітка, Рапсодія та Злата – фактор А) та системи удобрення (контроль без додаткового удобрення (фон), фон $N_{30}P_{30}K_{30}$ та фон $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ ранньовесняне – фактор В) на врожайність та елементи структури врожаю озимої пшениці.

Встановлено, що сортові особливості озимої пшениці у поєднанні з рівнем удобрення визначають формування біометричних показників і кінцеву продуктивність. На контролі середня урожайність становила: Магнітка – 5,45 т/га, Рапсодія – 5,32 т/га, Злата – 5,18 т/га, що значно нижче порівняно з удобреними варіантами.

Застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило підвищення урожайності на 0,76–0,99 т/га, тоді як повна система удобрення $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ збільшувала врожай на 1,30...1,65 т/га. Максимальні значення отримано у сортів Рапсодія (6,97 т/га) і Магнітка (6,85 т/га).

Встановлено, що структурні елементи врожаю істотно змінювалися під впливом удобрення – коефіцієнт кущення зростав з 1,18...1,24 на контролі до 1,43...1,51 при $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$, довжина колоса – з 7,8...8,3 см до 9,2...9,8 см, маса 1000 зерен – з 39–41 г до 45...48 г. Показники озерненості підвищувалися в середньому на 6...12 зерен на колос.

Виконаний розрахунок економічних показників засвідчив, що найвищий прибуток і рентабельність забезпечує система $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$, де прибуток становить 30,4...32,8 тис. грн/га, а рентабельність перевищує 190–205%. Зростання економічної віддачі обумовлено значним приростом урожайності та оптимальним співвідношенням додаткових витрат і доходу..

Встановлено, що при застосуванні $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ виручка зростала до 47950...48790 грн/га. Витрати становили 13000 грн/га (контроль), 14500 грн/га (NPK), 16000 грн/га (NPK+N). Прибуток у кращих варіантах досягав 30410...32790 грн/га.

Розрахована рентабельність підтвердила економічну перевагу інтенсивної системи удобрення. При застосуванні $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ рентабельність становила – Магнітка – 199,7%, Рапсодія – 204,9%, Злата – 190,1%, що суттєво вище контролю (178...193%).

Обґрунтовано, що енергетична ефективність вирощування озимої пшениці підвищувалась зі збільшенням рівня удобрення – коефіцієнт енергетичної ефективності зростав з 2,8...3,0 на контролі до 3,6...3,9 при повному удобренні. Сумарні енерговитрати зростали на 12...15%, але енергетичний вихід на 25...31%.

Для забезпечення максимальної продуктивності в умовах ТОВ «***» Рівненської області рекомендовано застосовувати систему $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$, яка забезпечує стабільний приріст урожайності 1,3...1,6 т/га, додатковий прибуток 6...8 тис. грн/га порівняно з NPK та рентабельність 190...205%.

Доведено, що за економічною ефективністю найкращі результати забезпечує озима пшениця сорту Рапсодія при застосуванні повного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$, що дало виробництво валової продукції на суму 48790 грн/га, чистий прибуток 32790 грн/га та рентабельність 204,9%. Дещо нижчі, але стабільно високі показники отримано у сорту Магнітка, який сформував виручку 47950 грн/га, прибуток 31950 грн/га та рентабельність 199,7%.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1. Роль сорту у підвищенні урожайності пшениці озимої.....	11
1.2. Наукове обґрунтування ефективності застосування добрив під озиму пшеницю.....	14
1.3. Сучасні технології вирощування озимої пшениці в Україні	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1. Загальна характеристика господарства	24
2.2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	27
2.3. Методика проведення досліджень	32
2.4. Агротехніка вирощування озимої пшениці в досліді.....	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1. Ріст і розвиток озимої пшениці за різних систем удобрення	38
3.2. Вплив удобрення на формування структурних елементів урожаю	44
3.3. Урожайність та якісні показники зерна озимої пшениці залежно від систем удобрення	49
3.4. Економічна та енергетична ефективність застосування різних систем удобрення	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	59
4.1. Аналіз стану охорони праці та цивільного захисту у тов «***».....	59
4.2.Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки під час вирощування озимої пшениці	60
4.3.Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	62
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	64
5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів у тов «***».....	64
5.2. Охорона водних ресурсів	65

	7
5.3. Охорона атмосферного повітря	66
5.4. Охорона флори і фауни	66
5.5. Екологічні умови доцільного застосування мінеральних добрив у вирощуванні озимої пшениці.....	67
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	78
Додаток А. Метеорологічні показники на території тов «***»	
Дубенського району Рівненської області.....	79
Додаток Б. Технологічна карта вирощування пшениці озимої	83
Додаток В. Результати статистичної обробки дослідних даних.....	86

ВСТУП

Актуальність теми. Зерновиробництво є стратегічною та системоутворювальною галуззю аграрного сектору України, оскільки воно визначає рівень продовольчої безпеки, формує обсяги внутрішнього ринку продовольчого зерна та забезпечує значну частку експортних надходжень держави [12]. У структурі виробництва зернових культур провідне місце належить пшениці озимій, яка традиційно розглядається як ключовий компонент продовольчої та економічної безпеки держави. Незважаючи на багатовікову історію вирощування цієї культури, питання вдосконалення системи удобрення, підбору сортів і підвищення якості й стабільності врожаїв залишаються предметом активних наукових досліджень. Сучасні технології інтенсивного землеробства передбачають застосування значної кількості мінеральних добрив і засобів хімічного захисту, що створює ризики екологічного навантаження на агроєкосистеми. Тому пошук збалансованих технологічних рішень, які одночасно підвищують продуктивність пшениці озимої та забезпечують екологічну безпеку, нині є особливо актуальним.

Агропромисловий комплекс Західного Лісостепу України має низку агрокліматичних і ґрунтових переваг, що створюють сприятливі умови для формування високих врожаїв озимих зернових культур [15]. Однак реалізація біологічного потенціалу пшениці озимої значною мірою залежить від оптимізації ключових елементів технології вирощування, зокрема системи удобрення та підбору сортів, адаптованих до локальних умов. Важливим є також дотримання оптимальних строків сівби та забезпечення умов для інтенсивного осіннього кушення, оскільки саме восени формуються основи майбутньої продуктивності. Недостатня адаптивність сорту до погодних аномалій або незбалансоване живлення можуть істотно знизити рівень урожайності та погіршити якість зерна. Сучасні тенденції розвитку аграрної галузі вимагають переорієнтації на ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології, що підсилює актуальність досліджень щодо ефективності

удобрення та сортових особливостей пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу.

Об'єктом дослідження є процес формування продуктивності та якості зерна озимої пшениці в залежності від сорту, строку сівби та оптимізації системи удобрення в умовах Західного Лісостепу України.

Предметом дослідження є сортові особливості рослин озимої пшениці, їх реакція на різні системи удобрення, а також взаємозв'язки між елементами процесу формування врожайності й якості зерна.

Метою дослідження є обґрунтування та оцінка ефективності оптимізованих елементів технології вирощування озимої пшениці, зокрема системи удобрення та сортового складу, з урахуванням природно-кліматичних умов Західного Лісостепу, що забезпечує підвищення продуктивності агроценозу та якості зерна.

Досягнення поставленої мети слід вирішити завдання:

- аналіз сортових особливостей озимої пшениці;
- вивчення особливостей формування врожаю озимої пшениці за різних систем удобрення;
- встановлення впливу удобрення та сорту озимої пшениці на формування стеблостою, елементів продуктивності та кінцевої урожайності;
- розробка заходів щодо охорони праці та захисту населення в аграрному виробництві;
- обґрунтування рекомендацій щодо охорони навколишнього природного середовища.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети були використані загальнонаукові та спеціальні методи: польовий, який включав проведення дослідів, фенологічні спостереження та біометричні вимірювання; лабораторний, що передбачав визначення якості зерна; розрахунково-порівняльний для оцінки економічної ефективності застосованих технологічних варіантів; методи математичної статистики для аналізу варіабельності ознак та достовірності отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в удосконаленні підходів до управління продукційним процесом озимої пшениці через оптимізацію системи удобрення та встановлення сортових особливостей культури в умовах Західного Лісостепу України. У роботі вперше для ґрунтово-кліматичних умов ТзОВ «***» Дубенського району Рівненської області обґрунтовано ефективність поєднання сортових характеристик та технологічних прийомів живлення, що забезпечує підвищення врожайності та поліпшення якості зерна.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження удосконалених елементів технології вирощування пшениці озимої у ТзОВ «***» Дубенського району Рівненської області, що сприятиме підвищенню продуктивності агроценозів, отриманню високоякісного зерна та зростанню економічної ефективності виробництва. Рекомендації, сформовані на основі результатів дослідження, можуть бути використані агрономічними службами, фермерськими господарствами та консультативними центрами при плануванні систем удобрення та доборі сортів.

Апробація роботи. Результати проведених досліджень були розглянуті та обговорені на засіданні наукового гуртка кафедри генетики, селекції та захисту рослин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Основні напрацювання роботи представлено на XXVI Міжнародному науково-практичному форумі (08–10 жовтня 2025 р.), матеріали якого опубліковано у відповідному збірнику.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль сорту у підвищенні урожайності пшениці озимої

У вітчизняному зерновому виробництві сорт пшениці озимої залишається базовим елементом технологічної системи, який значною мірою визначає рівень урожайності, стабільність продуктивності й адаптаційну стійкість рослин. У сучасних умовах зміни клімату, зростання вартості ресурсів та посилення вимог до якості продовольчого зерна роль правильно підбраного сорту лише посилюється. Поступ останнього десятиліття у селекції пшениці озимої в Україні показує, що сорт стає не просто біологічним об'єктом, а інструментом точного налаштування системи землеробства, який здатний компенсувати частину кліматичних ризиків, розширити «вікно» технологічних прийомів та забезпечити економічно виправдане підвищення врожайності [1; 57;24].

Серед основних чинників, що визначають місце сорту озимої пшениці в технології вирощування, особливе значення мають адаптивність, толерантність до стресових умов, інтенсивний чи пластичний тип реагування на агрофон, а також рівень реалізації потенційної продуктивності.



Рисунок 1.1 – Вплив основних чинників на продуктивність сорту озимої пшениці

В останні роки спостерігається тенденція до створення сортів універсального використання, які поєднують високі показники урожайності з достатньою стабільністю за різних умов року. Це відповідає практичній потребі господарств працювати за умов нестабільного гідротермічного режиму. Дослідження Мірошніченка М. М. та Звонаря А. М. [51] показують, що навіть за однакових технологічних параметрів сорти суттєво відрізняються за інтенсивністю накопичення сухої речовини, структурою врожаю та здатністю компенсувати негативний вплив посушливих періодів.

Результати останніх польових випробувань, проведених у Лісостепу та Степу України, підтверджують, що сортовий склад посівів безпосередньо визначає рівень реалізації ефекту від удобрення, регуляторів росту, фунгіцидного захисту та вибору строків сівби [34; 42; 15]. Ряд авторів доводять, що до 55–60 % приросту врожаю за інтенсивної технології отримують саме завдяки сортові, тоді як інші елементи технології забезпечують підсилювальний ефект. Такий підхід узгоджується з висновками селекційних центрів країн ЄС, де роль сорту розглядають як найбільш економічно ефективний спосіб підвищення продуктивності зернових культур.

У контексті зростання кліматичних ризиків особливо важливими стають показники морозо- і зимостійкості. Останні роки характеризуються частими відлигами, різкими перепадами температури та мінімальною наявністю снігового покриву, що істотно ускладнює зимівлю рослин. Українські дослідження, виконані в 2017–2023 рр., свідчать, що сорти із розвиненою кореневою системою та помірними темпами осіннього росту демонструють значно вищу виживаність навесні та краще відновлення вегетації [8; 56]. При цьому короткостеблові й напівкарликові форми з оптимізованою архітектонікою стебла виявляють більшу стійкість до вилягання, що є критично важливим за інтенсивного вирощування на високих азотних фонах [63; 65].

Стабільність урожайності тісно пов'язана з реакцією сорту на умови року та агрофон. У публікаціях останнього десятиліття простежується чітка

закономірність: пластичні сорти забезпечують більш рівні врожаї, тоді як інтенсивні – максимальні врожаї у сприятливих роках, але є більш чутливими до відхилень у волого- і теплозабезпеченні [12; 40; 58]. Це підтверджують результати багаторічних випробувань у Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла НААН, де у період 2015–2022 рр. різниця між сортами одного типу за варіацією продуктивності становила до 30 %. Дослідження показали, що сорти з коефіцієнтом регресії $b < 1$ є більш стабільними, тоді як $b > 1$ характерне для високоврожайних, але ризикованих щодо року інтенсивних форм.

Суттєву роль у підвищенні врожайності відіграє використання сортів із оптимізованою структурою колоса та підвищеним коефіцієнтом продуктивного кущення. Праці 2016–2024 рр. засвідчують, що генотипи із більш компактним колосом та збільшеною масою 1000 зерен демонструють кращу стабільність виробництва у зонах тимчасового дефіциту вологи [13; 64]. Такі висновки узгоджуються з даними молекулярно-генетичних досліджень, у яких виявлено асоціації між маркерами Rht, Ppd, Vrn та кількісними показниками урожайності [2; 61].

Окремим напрямом сучасної селекції стає виведення сортів із поліпшеними хлібопекарськими якостями зерна. Оскільки внутрішній ринок України висуває підвищені вимоги до вмісту білка і клейковини, актуальним стає добір сортів, здатних забезпечувати необхідні показники якості без істотного підвищення норм азотного живлення [11; 45]. Дослідження останніх років показують, що генотипи з високою інтенсивністю ремобілізації азоту у період наливу зерна здатні формувати більш високу якість навіть у стресових умовах. Це підтверджують і результати порівняльних досліджень 2020–2023 рр., у яких сортові відмінності у стабільності якості зерна пояснювалися саме ефективністю внутрішньорослинного перерозподілу елементів живлення.

Стратегічно важливим аспектом стає формування сортових технологій – системи вирощування, адаптованої до конкретного генотипу. У ряді публікацій за останні роки наголошується, що оптимізація строків сівби,

густоти стояння, норм добрив і системи захисту повинна здійснюватися саме з урахуванням біологічних особливостей сорту [60; 20; 32]. Завдяки цьому вдається забезпечити повніше використання генетичного потенціалу рослин, зменшити втрати від екстремальних погодних явищ та стабілізувати економічну ефективність виробництва.

Загалом сучасні вітчизняні та зарубіжні дослідження підтверджують, що сорт є основою інтенсивного землеробства та ключовим фактором, який визначає рівень урожайності пшениці озимої. У структурі технологічних чинників, що впливають на врожайність, його частка може досягати 50–60 %, а у роки з нестабільними умовами вирощування – навіть більше. Саме тому оновлення сортового складу, запровадження адаптивних сортових технологій та систематичні сортовипробування мають залишатися пріоритетом аграрної науки та виробництва.

1.2. Наукове обґрунтування ефективності застосування добрив під озиму пшеницю

У системі інтенсифікації зернового виробництва саме система удобрення посівів пшениці озимої розглядається як один із ключових інструментів управління урожайністю та якістю зерна. В умовах України, де значна частина орних земель характеризується або середнім, або зниженим рівнем забезпеченості основними елементами живлення, оптимізація живлення рослин дає змогу не лише підвищити продуктивність, а й стабілізувати її за мінливих кліматичних умов і зростаючого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив [1; 17]. Наукові дослідження останнього десятиріччя переконливо свідчать, що реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів пшениці озимої на 50–60 % залежить від раціонально побудованої системи живлення, яка враховує як агрохімічний стан ґрунту, так і біологічні особливості сортів [22; 55].

Фізіолого-біохімічні основи реакції озимої пшениці на удобрення пов'язані з характером формування потоку асимілянтів у період кущення, виходу в трубку та колосіння. Нестача азоту на ранніх етапах росту обмежує розвиток листової поверхні, знижує інтенсивність фотосинтезу та формування генеративних органів, тоді як дефіцит фосфору порушує енергетичний обмін та розвиток кореневої системи, а нестача калію погіршує водний режим та стійкість до стресів [43; 6]. У дослідженнях Білоусової З. В. та співавт. показано, що за оптимального мінерального живлення інтенсивніше формується пігментний комплекс листків, зростає вміст хлорофілу а і b, що безпосередньо пов'язано з потенціалом фотосинтетичної активності посівів [29].

Результати польових дослідів з пшеницею озимою в різних ґрунтово-кліматичних зонах України свідчать, що без унесення добрив урожайність рідко перевищує 3,0–3,5 т/га, тоді як збалансоване застосування азотних, фосфорних і калійних добрив дозволяє підвищити її до 6,0–7,0 т/га й більше залежно від сорту та року [74; 30]. Дегодюк С. Е. і Мулярчук А. О. показали, що найвища урожайність (5,7–6,0 т/га) та найкращі показники енергетичної ефективності були одержані за органо-мінеральної системи удобрення з поєднанням 12 т/га гною ВРХ і мінеральних добрив у дозі $N_{100}P_{60}K_{100}-N_{150}P_{90}K_{150}$ на фоні дворазового позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами [62]. При цьому суто мінеральна або суто органічна система поступалися не лише за врожайністю, а й за коефіцієнтом енергетичної ефективності агротехнології.

Для планування системи удобрення важливим орієнтиром є винос елементів живлення урожаєм. Узагальнені розрахункові дані наведено у таблиці 1.1, що базується на результатах польових дослідів та методичних рекомендацій щодо живлення озимої пшениці в Лісостепу і Степу України [17; 74; 31].

Таблиця 1.1 – Орієнтовний винос елементів живлення урожаєм пшениці озимої (зерно + солома)

Урожайність, т/га	Винос N, кг/га	Винос P ₂ O ₅ , кг/га	Винос K ₂ O, кг/га
4,0	100	40	90
6,0	150	60	135
8,0	200	80	180

Наведені значення (табл. 1.1) свідчать, що для одержання урожайності 6,0–7,0 т/га традиційні дози добрив нижче N₆₀P₆₀K₄₀ часто є недостатніми, особливо на ґрунтах із низькою забезпеченістю фосфором і калієм [31; 70]. Водночас підвищення доз NPK без урахування реального вмісту елементів у ґрунті та можливостей сорту призводить до дисбалансу живлення, падіння коефіцієнтів використання елементів та зниження енергетичної ефективності технології [62]. Саме тому більшість сучасних досліджень орієнтовані на диференціацію норм добрив залежно від агрохімічних показників ґрунту, попередника й запланованої урожайності.

Систематичні дослідження впливу норм та співвідношень NPK на продуктивність пшениці озимої засвідчили, що основну частку приросту врожаю забезпечує азот, однак за дефіциту фосфору й калію його ефективність суттєво знижується [22; 30; 33]. У досліджах Осокіної Н. М. та Стародуб О. Д. встановлено, що підвищення доз мінеральних добрив від середніх до підвищених сприяло не лише зростанню урожайності, а й істотному збільшенню вмісту мікроелементів (Fe, Zn, Cu, Mn) у зерні, причому найкращі результати одержано за поєднання мінерального живлення з інтегрованим застосуванням органічних добрив [55]. Це має важливе значення для формування якості зерна, зокрема його біологічної цінності.

Важливим елементом сучасних систем живлення є поєднання ґрунтового внесення добрив із позакореновими підживленнями. Дослідження Ямкового В. Ю. та співавторів показали, що дворазове позакореневе

підживлення карбамідом у дозі 8–10 кг/га в суміші з комплексними мікродобривами у фазах виходу в трубку та початку колосіння сприяло підвищенню вмісту сирого протеїну в зерні на 1,0–1,5 % і збільшенню врожайності на 0,4–0,6 т/га порівняно з контрольним варіантом без обробки [1]. Подібні результати одержано Котковою Т. М. та Довбиш Л. Л., які довели, що ефективність позакореневих підживлень істотно залежить від рівня основного мінерального живлення: на бідному фоні додаткове внесення рідких добрив забезпечувало менший приріст урожаю, ніж за оптимальних норм NPK [43].

Таблиця 1.2 – Вплив систем удобрення на урожайність та енергетичну ефективність вирощування пшениці озимої

Система удобрення	Характеристика системи	Урожайність, т/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, ум. од.
Без добрив (контроль)	Лише побічна продукція попередника	3,4–3,6	2,5–2,7
Органічна	6–12 т/га гною ВРХ, солома попередника	4,6–5,2	3,5–4,0
Мінеральна (N100P60K100)	Повна норма NPK без органіки	5,3–5,8	3,2–3,6
Органо-мінеральна (гній + N50–100P30–60K50–100)	Поєднання 6–12 т/га гною ВРХ і мінеральних добрив	5,7–6,0	3,7–4,6

На підставі узагальнення даних низки досліджень можна виділити кілька типових моделей систем удобрення озимої пшениці: мінеральна, органічна,

органо-мінеральна та біологізована із залученням сидератів та бактеріальних препаратів [62; 33; 54]. Узагальнений приклад впливу різних систем удобрення на урожайність та енергетичну ефективність вирощування озимої пшениці подано в таблиці 1.2 за мотивами досліджень у північній частині Лісостепу України [62].

Як видно з таблиці 1.2, органо-мінеральна система забезпечує найбільші значення урожайності та коефіцієнта енергетичної ефективності. Це пояснюється синергетичною дією органічної та мінеральної складових: органічні добрива підтримують рівень гумусу, покращують водно-фізичні властивості ґрунту, а мінеральні – оперативно компенсують нестачу елементів живлення, особливо азоту [62; 66].

Окрему групу досліджень становлять роботи, присвячені оцінюванню впливу різних схем дробного внесення азоту. Показано, що розподіл загальної дози N на 2–3 прийоми (передпосівне внесення, підживлення наповесні по мерзлоталому ґрунті та в період виходу в трубку) є більш ефективним, ніж одноразове внесення всієї норми під основний обробіток [6; 30; 70]. При цьому перше підживлення спрямоване на стимуляцію кущення та формування достатньої густоти стеблостою, а друге і, за потреби, третє – на підтримання генеративних органів та накопичення протеїну в зерні.

Дані господарських і дослідних полів свідчать, що за правильно підібраної схеми внесення азоту коефіцієнт його використання рослинами може сягати 50–60 %, тоді як за одноразового внесення – не перевищує 30...35% [31; 70]. Крім того, дробне внесення дає змогу оперативно реагувати на фактичний стан посівів та погодні умови, коригуючи плановану норму добрива.

Сучасні дослідження все частіше поєднують агрохімічний підхід із елементами прецизійного землеробства. Використання сенсорних технологій, дистанційного моніторингу NDVI та картограм забезпеченості ґрунту елементами живлення дозволяє диференціювати дози добрив по полю, підвищуючи коефіцієнт їх використання й зменшуючи локальні перевищення

норм [33; 73]. В окремих господарствах впроваджуються системи диференційованого внесення рідких комплексних добрив у рядок під час сівби, що зменшує стартовий стрес рослин і забезпечує більш дружні сходи [30].

Не менш важливим доказом ефективності оптимізованого живлення є вплив добрив на показники якості зерна. Роботи Господаренка Г. М. та співавт. демонструють, що раціональні системи удобрення сприяють суттєвому підвищенню вмісту вітамінів групи В та токоферолів у зерні пшениці м'якої озимої, що розширює можливості його використання для виробництва функціональних продуктів [22]. Дослідження осокінської групи підтверджують, що системи мінерального та органо-мінерального живлення формують більш високий вміст мікроелементів у зерні, порівняно з органічною системою без додаткового внесення NPK [55].

З урахуванням наведених результатів низка авторів пропонує розглядати систему удобрення не як окремий набір агрозаходів, а як цілісну підсистему в структурі технології вирощування культури. Узагальнена схема формування врожаю озимої пшениці залежно від системи удобрення представлена на рисунку 1.1.

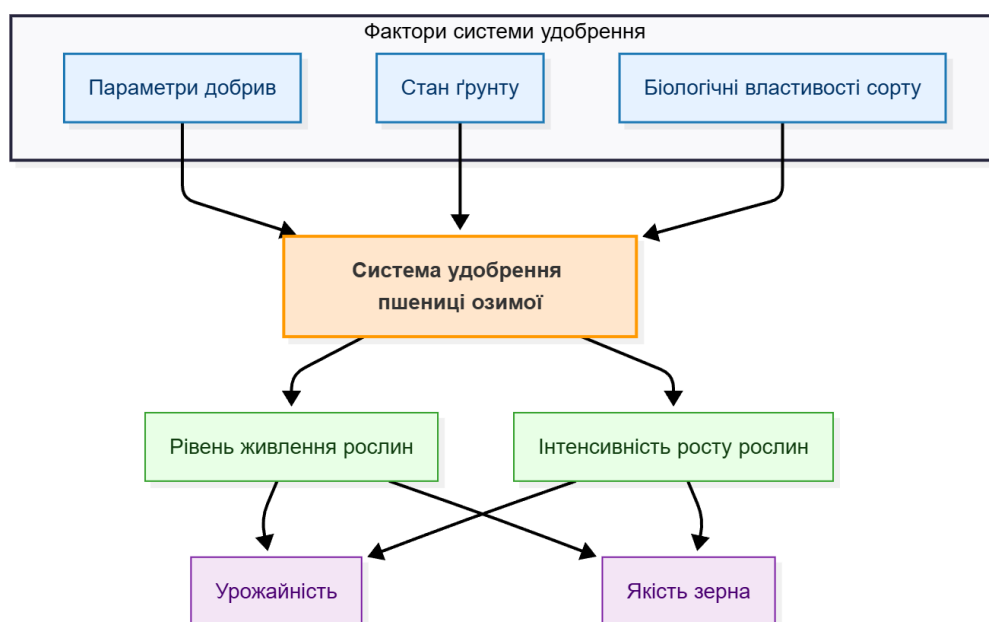


Рисунок 1.1 – Схема впливу системи удобрення на формування врожаю та якості зерна пшениці озимої

Підсумовуючи аналіз літературних джерел, можна зробити висновок, що наукове обґрунтування системи удобрення пшениці озимої повинно базуватися на комплексному врахуванні агрохімічних, біологічних, технологічних та енергетичних аспектів.

Найвищу ефективність демонструють органо-мінеральні системи з диференційованим внесенням азотних добрив і використанням позакоренових підживлень, які забезпечують не лише зростання врожайності, а й покращення якісних показників зерна та підвищення енергетичної віддачі агротехнології [22; 43; 62; 54].

Водночас у реальних виробничих умовах значний резерв криється у впровадженні адаптивно-ландшафтних та прецизійних підходів до живлення рослин, що потребує подальших досліджень і технологічного супроводу.

1.3. Сучасні технології вирощування озимої пшениці в Україні

У сучасних умовах трансформації аграрного сектору України технології вирощування озимої пшениці зазнали суттєвих змін, що пов'язані з переходом до ресурсозберігаючих підходів, адаптацією агросистем до кліматичних ризиків і впровадженням цифрових інструментів моніторингу посівів. У порівнянні з класичними технологіями 1980–1990-х років сучасні системи вирощування базуються на інтегрованому управлінні родючістю ґрунтів, підвищенні енергоефективності, використанні високоінтенсивних сортів та оптимізації виробничих витрат [69].

Одним із ключових пріоритетів технологій останнього десятиліття стало збереження ґрунтової вологи, оскільки саме дефіцит вологи в осінній та весняний періоди визначає потенціал майбутньої продуктивності посівів. За оцінками професора Лихочвора В. В. [1], навіть незначне сезонне зниження вологозабезпечення призводить до зменшення врожайності на 15...25 %, що зумовлює необхідність застосування консерваційних та мінімальних систем

обробітку ґрунту. Дослідження професора Шувара І. А. [71] підтверджують, що мінімізація механічного втручання сприяє стабілізації структури орного шару та покращує інфільтраційні властивості ґрунту.

У структурі сучасних технологій окреме місце займає вибір попередника, який визначає рівень забезпечення рослин доступними формами азоту, фосфору та калію. Найвищу продуктивність пшениця озима демонструє після гороху, сої, ріпаку озимого та зайнятого пару, тоді як після соняшнику та кукурудзи спостерігається зниження врожайності в середньому на 0,8–1,2 т/га через дефіцит вологи та накопичення патогенів. Наукові дослідження останніх років показують, що посилену увагу слід приділяти подоланню фітосанітарних ризиків, що зростають у монокультурних та короткоротаційних сівозмінах [10; 76; 36].

Важливим елементом сучасної технології виступає інтенсивна сортова політика, що передбачає одночасне вирощування декількох сортів із різними агробіологічними властивостями. Сорти інтенсивного типу, створені українськими селекційними центрами (МІП, ІФРГ, СГІ), здатні формувати врожаї 8–10 т/га, однак реалізація цього потенціалу можлива лише за умов оптимального живлення та захисту. Окремі лінії потребують посиленої системи регуляції росту, оскільки у вологі роки без застосування ретардантів ризик вилягання перевищує 40 % [9; 39].

Сучасні технології удобрення ґрунту базуються на принципах прецизійного землеробства, тобто диференційованого внесення NPK-засобів відповідно до просторової варіабельності родючості. Дані систем дистанційного моніторингу (NDVI, EVI, NDRE) дозволяють коригувати азотне живлення, виключаючи надлишкові дози та зменшуючи втрати від денітрифікації. За результатами польових досліджень 2018–2022 рр., коригування другої й третьої азотного живлення за індексами вегетації забезпечує приріст урожайності на 0,3–0,7 т/га без збільшення загальних витрат на мінеральні добрива [36].

Значне поширення в Україні мають технології екологізованого захисту рослин, які комбінують хімічні та біологічні засоби контролю хвороб і шкідників. В умовах частих весняних перепадів температур особливо небезпечними є борошниста роса, септоріоз та фузаріоз колосу. Дослідження показують, що застосування двох або трьох фунгіцидних обробітків забезпечує збереження 12–18 % урожаю [75]. Проте наголошується на необхідності чергування діючих речовин для запобігання розвитку резистентності.

Таблиця 1.3 – Основні елементи сучасних технологій вирощування озимої пшениці

Технологічний елемент	Характеристика	Очікуваний ефект
Система обробітку ґрунту	Мульчувальний, мінімальний, no-till	Збереження вологи, зменшення ерозії
Вибір попередника	Бобові, ріпак, зайнятий пар	+1,0–1,5 т/га приросту врожайності
Прецизійне удобрення	Диференційоване внесення NPK	Економія 10–25 % добрив
Регуляція росту	Використання ретардантів	Зменшення ризику вилягання
Захист рослин	Інтегрована система, 2–3 фунгіцидні обробки	+12–18 % збереженого врожаю
Цифровий моніторинг	Дрони, супутники, сенсори	Точна діагностика стану посівів

Паралельно з традиційними технологічними елементами стрімко зростає роль цифрових систем супроводу агровиробництва, зокрема систем логування польових операцій, прогнозування появи шкідників та хвороб, оцінювання стану посівів за допомогою дронів та супутникових даних. У багатьох господарствах використовується аналіз багаторічних карт

врожайності, що дозволяє виділяти стабільні та нестабільні за родючістю ділянки.

У цілому сучасна технологія вирощування озимої пшениці в Україні представлена інтегрованою системою, яка поєднує класичні елементи землеробства, адаптивні підходи та інноваційні цифрові рішення. Її метою є забезпечення стабільної врожайності навіть у складних кліматичних умовах, що стає ключовим чинником конкурентоспроможності українського зерновиробництва на світовому ринку.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика господарства

Дослідження впливу удобрення та сортових особливостей на формування врожайності пшениці озимої проводилися в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «***», яке входить до групи підприємств «Традекс Агрі». Господарство розташоване у селі Тараканів Дубенського району Рівненської області й належить до зони Західного Лісостепу України. Цей регіон характеризується достатньою кількістю опадів, помірною температурою та родючими ґрунтами, що створює сприятливі умови для вирощування озимої пшениці та інших зернових культур.

Земельний банк господарства становить близько 7500 га, у тому числі рілля займає понад 95% загальної площі. Сівозміна є насиченою зерновими та технічними культурами, серед яких провідне місце належить озимій пшениці, кукурудзі на зерно, озимому ріпаку та сої. Стратегія підприємства спрямована на впровадження інтенсивних технологій та максимальне використання ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону.

Господарство має добре розвинену інфраструктуру з повним циклом доробки зерна. Елеваторний комплекс у місті Дубно включає приймальні станції, сучасні зерноочисні та сушильні установки, а також 17 силосів для довготривалого зберігання продукції. Система доробки оснащена обладнанням провідних світових виробників BUEHLER, GSI, AIRLANCO, що забезпечує високу ефективність очищення зерна та збереження його якості. Наявність власної акредитованої лабораторії дає змогу проводити своєчасний контроль вологості, вмісту білка, клейковини та інших показників.

У структурі виробництва зернова група має стратегічне значення, оскільки забезпечує стабільні обсяги реалізації, рентабельність та формує основу сівозміни. Дані про площі основних культур наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура посівних площ у ТОВ «***»

Показник	2024 рік		2025 рік		Відхилення, га	Відхилення, %
	площа, га	%	площа, га	%		
Всього посівних площ	7500	100,0	8000	100,0	+500	+6,7
Зернові та зернобобові	4200	56,0	4650	58,1	+450	+10,7
у тому числі озима пшениця	2300	30,7	2500	31,2	+200	+8,7
озимий ячмінь	500	6,7	550	6,9	+50	+10,0
кукурудза на зерно	1200	16,0	1350	16,9	+150	+12,5
Горох	200	2,7	250	3,1	+50	+25,0
Технічні культури	2100	28,0	2150	26,9	+50	+2,4
у тому числі озимий ріпак	1600	21,3	1650	20,6	+50	+3,1
Соняшник	500	6,7	500	6,2	0	0
Кормові культури	1200	16,0	1200	15,0	0	0

Дані таблиці 2.1 свідчать, що у 2025 році господарство збільшило загальну посівну площу на 500 га, переважно за рахунок розширення площ під озимими та кукурудзою. Озима пшениця залишається найбільшою за площею культурою, що підкреслює її економічну значущість для підприємства.



Рисунок 2.1 – Розподіл основних сільськогосподарських культур у структурі посівів ТОВ «***»

Урожайність головних культур у господарстві протягом останніх двох років наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Урожайність основних культур у ТОВ «***»

Культура	2023 р., ц/га	2024 р., ц/га	Середня
Озима пшениця	70	74	72
Озимий ячмінь	62	65	63,5
Кукурудза на зерно	95	100	97,5
Озимий ріпак	34	36	35
Соняшник	28	30	29
Горох	35	37	36
Багаторічні трави	80	82	81

Аналіз урожайності (табл. 2.2) свідчить про стабільне зростання продуктивності більшості культур у 2025 році. Найвищі показники демонструють кукурудза на зерно (97,5 ц/га) та озима пшениця (72 ц/га), що свідчить про високий рівень застосовуваних технологій вирощування та раціональну систему удобрення.

Господарство має достатнє технічне забезпечення: трактори John Deere і Case IH, зернозбиральні комбайни New Holland, сучасні сівалки точного висіву, обприскувачі та розкидачі мінеральних добрив. Це дає можливість якісно виконувати всі технологічні операції відповідно до вимог інтенсивного виробництва.

Таким чином, ТОВ «***» є високорозвиненим аграрним підприємством із сучасною інфраструктурою, що забезпечує належні умови для проведення польових досліджень та отримання достовірних експериментальних даних щодо впливу системи удобрення і сорту на врожайність пшениці озимої.

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Ґрунтові та кліматичні умови зони діяльності ТОВ «***» є визначальними факторами формування врожайності пшениці озимої та ефективності застосування мінеральних добрив. Господарство розташоване в межах Дубенського району Рівненської області, у південно-західній частині Західного Лісостепу, яка характеризується поєднанням високопродуктивних чорноземних ґрунтів із помірно континентальним кліматом, достатнім зволоженням і відносно м'якими зимами. Таке поєднання природних умов загалом сприятливе для вирощування озимої пшениці інтенсивного типу та проведення польових досліджень, пов'язаних із вивченням реакції сортів на систему удобрення.

Ґрунтовий покрив на землях ТОВ «***» представлений переважно глибокими та середньоглибокими чорноземами опідзоленими й чорноземами вилуженими, сформованими на лесовидних суглинках. У пониженнях елементів рельєфу трапляються ділянки темно-сірих опідзолених ґрунтів, а на схилах південної експозиції простежуються осередки слабо еродованих чорноземів. Для переважної більшості орних земель характерні добре агрегована структура, висока ємність вбирання, досить глибокий гумусовий горизонт і задовільний водно-повітряний режим, що створює сприятливі передумови для формування глибокої кореневої системи озимої пшениці.

На дослідних полях, де в 2024–2025 рр. проводилися спостереження за впливом удобрення та сорту на врожайність пшениці озимої, ґрунт представлений чорноземом опідзоленим середньогумусним. Результати агрохімічного обстеження орного шару (32 см) свідчать про середній вміст гумусу, близько нейтральну реакцію ґрунтового розчину та достатнє забезпечення рухомими формами фосфору і калію за дещо зниженого вмісту легкогідролізованого азоту. Узагальнені дані наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту на дослідних ділянках ТОВ «***»

Тип ґрунтів	Площа, га	Глибина орного шару, см	Вміст гу- мусу, %	рН	Вміст елементів живлення, мг/кг ґрунту		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Темно-сірі опідзолені	42	32	3,1	6,4	95	135	210

Темно-сірі опідзолені ґрунти дослідної ділянки займають площу 42 га, мають орний шар завтовшки 32 см і вміст гумусу 3,1 %, що відповідає середньому рівню природної родючості. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,4), що є сприятливою для вирощування озимої пшениці та більшості польових культур. Забезпеченість елементами живлення є задовільною: вміст легкогідролізованого азоту становить 95 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 135 мг/кг, обмінного калію – 210 мг/кг, що створює добрі

передумови для формування високих урожаїв за умови раціонального застосування мінеральних і органічних добрив.

Кліматичні умови зони проведення досліджень у 2024–2025 рр. за багаторічними показниками характеризуються як помірно континентальні з м'якою зимою, теплим літом і достатнім, але нерівномірно розподіленим протягом року зволоженням. Середньорічна сума опадів у Дубенському районі за кліматичною нормою становить близько 550...600 мм, із найбільшою їх кількістю у травні–липні. Середньорічна температура повітря коливається в межах $+7,0...+8,0$ °С, причому в останні роки спостерігається тенденція до її підвищення.

У роки проведення досліджень (2024–2025) погодні умови загалом можна вважати типовими для регіону, хоча для окремих періодів вегетації озимої пшениці були характерні певні відхилення від середніх багаторічних значень. На рисунку 2.2 схематично подано зміни середньомісячної температури повітря впродовж досліджуваних років.

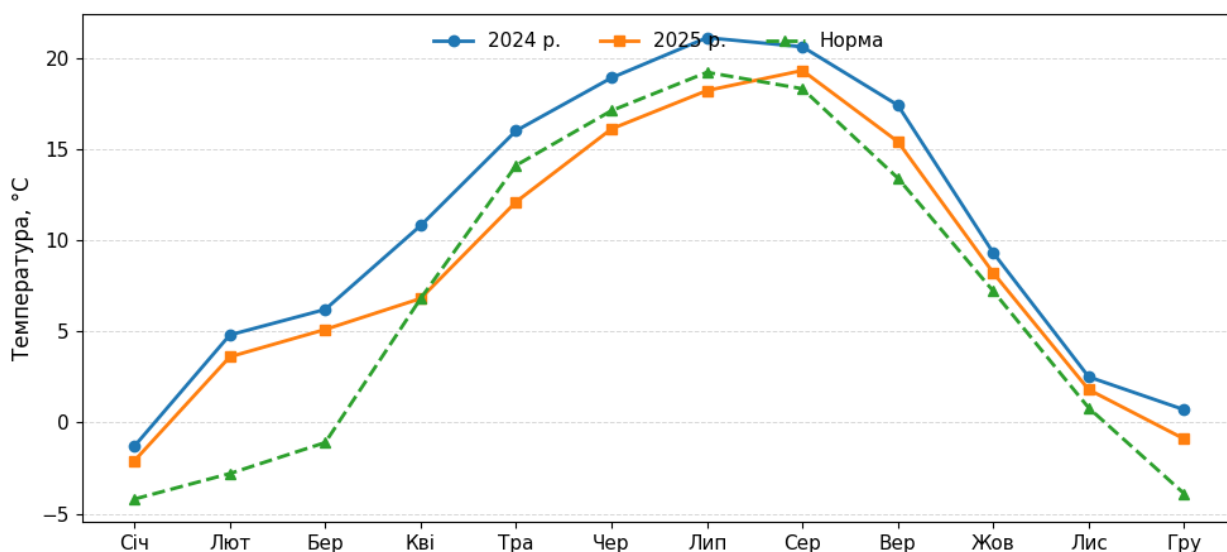


Рисунок 2.2 – Тенденції зміни середньомісячної температури повітря у 2024–2025 рр. на полях ТОВ «***»

Зимовий період 2023/2024 року був відносно м'яким: середньомісячна температура повітря у грудні та січні утримувалася в межах $-1...+1$ °С, із повторюваними відлигами та короткочасними зниженнями температури до $-8...-10$ °С. Сніговий покрив формувався нестійко, проте в більшості випадків

товщина снігу в критичні для озимини періоди становила 8...15 см, що забезпечило задовільні умови перезимівлі посівів. У лютому 2024 року відмічалось поступове підвищення температури, що сприяло ранньому відновленню вегетації озимої пшениці.

Весняний період 2024 року характеризувався підвищеним температурним фоном: середньомісячні температури у квітні та травні перевищували кліматичну норму на 1,5...2,0 °C. Це сприяло інтенсивному кушінню та формуванню вегетативної маси рослин, але за умови тимчасового дефіциту вологи могло посилювати прояв стресу, особливо на посівах із недостатнім рівнем мінерального живлення. Літні місяці 2024 року відзначалися стійким теплим режимом без тривалих періодів екстремальних температур, що в цілому було сприятливим для проходження фаз колосіння, цвітіння та наливу зерна.

Зимовий період 2024/2025 року відзначився дещо більш контрастним характером. На фоні загалом м'якої зими (середньомісячні температури в межах -2...0 °C) спостерігалися кілька хвиль короточасних різких похолодань до -12...-14 °C, місцями при недостатньому сніговому покриві. Це зумовило необхідність особливо ретельного моніторингу стану посівів озимої пшениці ранньою весною, однак суттєвих втрат рослинності на дослідних ділянках зафіксовано не було.

Розподіл опадів за роки досліджень відображено на рисунку 2.3.

Сумарна кількість опадів за 2024 рік склала близько 640 мм, що дещо перевищувало середньобаторічний показник, тоді як у 2025 році річна сума опадів була ближчою до норми й становила орієнтовно 580–600 мм. У 2024 році надлишок опадів припав переважно на літні місяці (червень–липень), що забезпечувало належне вологозабезпечення посівів у період наливу зерна, але подекуди сприяло вилягання рослин високорослих сортів. Для 2025 року характерним був дещо знижений рівень опадів у квітні–травні, коли спостерігався короточасний дефіцит вологи в орному шарі ґрунту, що

особливо відчутно позначалося на посівах із загущеними нормами висіву та недостатнім рівнем азотного живлення.

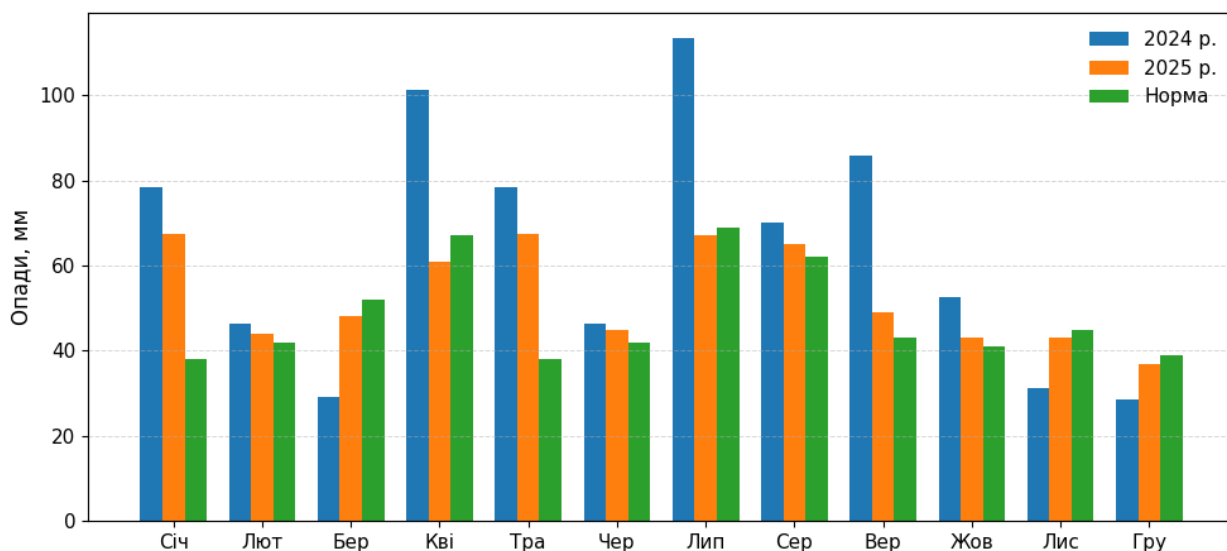


Рисунок 2.3 – Середньомісячна кількість опадів у 2024–2025 рр. на полях ТОВ «***»

Відносна вологість повітря в середньому за 2024–2025 рр. утримувалася переважно в межах 70...80 %, з її зниженням до 55...60 % у найбільш теплі літні місяці. На рисунку 2.4 наведено усереднені дані щодо зміни середньомісячної відносної вологості повітря впродовж досліджуваного періоду.

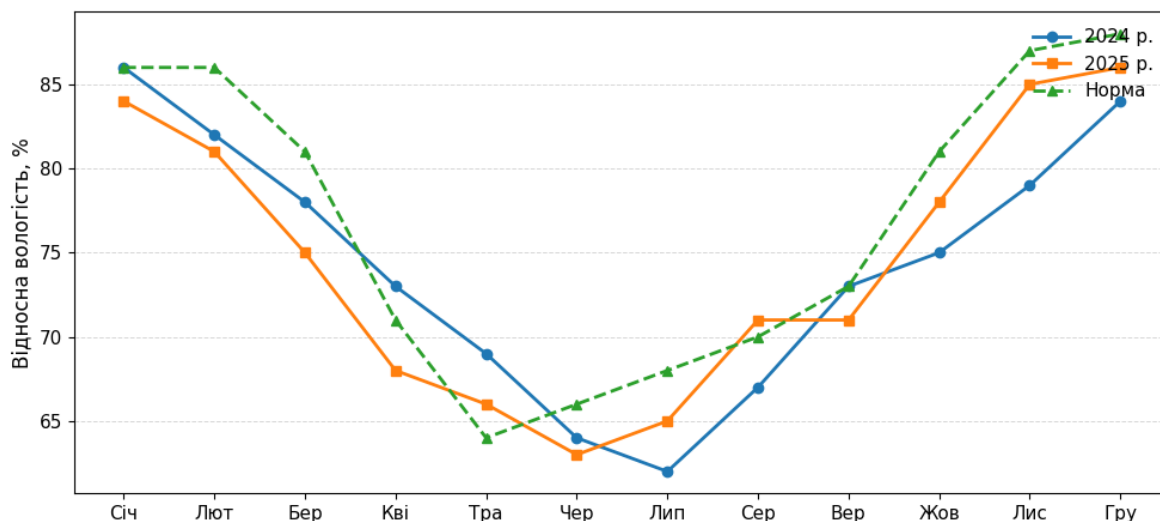


Рисунок 2.4 – Середньомісячна відносна вологість повітря у 2024–2025 рр. на полях ТОВ «***»

Зниження вологості повітря в поєднанні з підвищеними температурами у червні–липні 2025 року створювало передумови для тимчасового атмосферного посушливого стресу, що особливо позначалося на посівах на

легших за гранулометричним складом ділянках. Водночас ранньовесняний період обох років характеризувався поєднанням помірних температур і достатнього зволоження, що сприяло інтенсивному куштинню озимої пшениці та формуванню продуктивного стеблостою.

У цілому ґрунтово-кліматичні умови Дубенського району Рівненської області в 2024–2025 рр. можна оцінити як сприятливі для проведення польових досліджень із пшеницею озимою. Характер ґрунтів, достатній рівень забезпеченості елементами живлення, близька до оптимальної кислотність, а також переважно сприятливий температурний режим і забезпеченість вологою створювали умови для об'єктивної оцінки впливу сортових особливостей та системи удобрення на формування врожайності й якості зерна. Наявні відхилення від багаторічних кліматичних показників (м'які зими, підвищений температурний фон у вегетаційний період, нерівномірний розподіл опадів) дозволили додатково проаналізувати адаптивність досліджуваних сортів до сучасних кліматичних змін та їхню реакцію на різні варіанти мінерального живлення.

2.3. Методика проведення досліджень

Польові досліді були закладені восени 2024 року і вивчалися протягом вегетаційного періоду 2024–2025 рр. на полях ТОВ «***» Дубенського району Рівненської області. Дослідні ділянки розміщені в зоні Лісостепу України та характеризуються помірно-континентальним кліматом з достатнім зволоженням і відносно м'якими зимами, що є типовим для вирощування озимої пшениці.

Ґрунт дослідних ділянок – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий. За результатами агрохімічного обстеження орного шару (0–30 см) вміст гумусу становив 3,1 %, рН сольової витяжки – 6,4, вміст лужногідролізованого азоту – 95 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору (P_2O_5)

– 135 мг/кг, обмінного калію (K_2O) – 210 мг/кг, що відповідає середньому рівню забезпеченості азотом і підвищеному – фосфором та калієм [27; 1].

Агротехніка вирощування пшениці озимої в дослідах була загальноприйнятою для зони Лісостепу та відповідала рекомендаціям з інтенсивних технологій вирощування зернових культур [35; 47]. Попередник – соя на зерно, що забезпечив добрий фітосанітарний стан поля й покращив азотне живлення озимої пшениці за рахунок післядії бобової культури. Після збирання попередника проводили лушення стерні дисковими знаряддями, основний обробіток ґрунту здійснювали оранкою на глибину 25–27 см, далі – передпосівну культивуацію з боронуванням.

Основне удобрення вносили перед оранкою згідно зі схемою досліду. Передпосівну культивуацію поєднували із заробкою мінеральних добрив у верхній шар ґрунту. Насіння сортів озимої пшениці протруювали системним протруйником відповідно до регламентів його застосування. Норма висіву становила 5,0 млн схожих насінин на 1 га. Сівбу проводили звичайним рядковим способом зерною сівалкою з міжряддям 15 см у другій–третій декаді жовтня з орієнтацією на оптимальні строки сівби для зони Лісостепу.

Повторність досліду – трикратна. Посівна площа однієї ділянки становила 25 м², облікова – 20 м². Розміщення варіантів – одноярусне, послідовне з випадковим розташуванням варіантів у межах повторень згідно з вимогами математично обґрунтованого польового експерименту [52].

Дослідження проводили як двофакторний польовий дослід, у якому вивчали вплив сорту (фактор А) та системи удобрення (фактор В) на врожайність та елементи структури врожаю озимої пшениці.

Фактор А – сорт озимої пшениці:

1. Магнітка;
2. Рапсодія;
3. Злата.

Оцінювання сортів проводили за комплексом ознак: зимостійкість, інтенсивність кущення, стійкість до вилягання й ураження основними

хворобами, формування структури врожаю та фактична врожайність зерна. Біологічні та господарсько-цінні ознаки сортів характеризували за даними Державного реєстру сортів рослин України та офіційних описів оригінаторів [1; 28].

Фактор В – система удобрення (на фоні сортів пшениці озимої) представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Схема досліду впливу систем удобрення на продуктивність озимої пшениці

№ варіанта	Назва варіанта удобрення	Характеристика системи живлення
1	Контроль – без додаткового удобрення (фон)	Лише післядія попередника, без внесення мінеральних добрив
2	Фон $N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$ під основний обробіток ґрунту
3	Фон $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ ранньовесняне	$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ по мерзло-талому ґрунті

Схема досліду відображає три рівні інтенсивності мінерального живлення, що дозволяє оцінити реакцію озимої пшениці на різні системи удобрення. Контрольний варіант забезпечує базову оцінку продуктивності культури без застосування добрив, що дозволяє визначити природний потенціал ґрунту та післядію попередника. Другий варіант із внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ під основний обробіток створює збалансований поживний фон, який покращує стартовий ріст рослин та формування продуктивного стеблостою. Третій варіант, доповнений ранньовесняним внесенням N_{30} , підсилює азотне живлення у критичний період відновлення вегетації, що сприяє активнішому кущенню, підвищенню інтенсивності фотосинтезу та потенційно більш високій врожайності порівняно з іншими варіантами. Така структура досліду

дає змогу встановити оптимальний рівень удобрення для досягнення максимальної продуктивності озимої пшениці в умовах господарства.

Фенологічні спостереження проводили на всіх варіантах у кожному повторенні. Визначали строки настання основних фаз розвитку озимої пшениці: сходи, початок і кінець кушення, відновлення весняної вегетації, вихід у трубку, колосіння, початок і повна стиглість. Облік густоти рослин, коефіцієнта кушення, кількості продуктивних стебел, озерненості колоса та маси 1000 зерен здійснювали за загальноприйнятими методиками дослідної справи в рослинництві [27; 52].

Стійкість рослин до вилягання оцінювали в балах за п'ятибальною шкалою на всіх варіантах перед збиранням урожаю. Ураженість рослин хворобами (борошниста роса, септоріоз, іржі) фіксували впродовж вегетації з використанням візуальної шкали ураження за рекомендаціями Мойсенка і Єщенка [52].

Облік урожаю проводили суцільним способом з облікової площі кожної ділянки з подальшим перерахунком на стандартну вологість 14 % та 100 %-ну чистоту зерна. Маса 1000 зерен та інші показники якості зерна визначали згідно з ДСТУ 4138:2002 та ГОСТ 10846-91 [28].

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим [27] з використанням табличного процесора Microsoft Excel. Оцінку економічної ефективності різних систем удобрення проводили відповідно до «Методичних вказівок з економічної оцінки інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур» [49].

2.4. Агротехніка вирощування озимої пшениці в досліді

Агротехніка вирощування озимої пшениці під час досліджень відповідала загальноприйнятим технологічним вимогам для умов Західного Лісостепу та була спрямована на забезпечення рівномірного розвитку рослин за різних систем удобрення. Основний обробіток ґрунту включав лущення стерні після попередника та оранку на глибину 28–30 см із наступною передпосівною культивацією для вирівнювання поверхні поля й формування дрібно грудкуватої структури. Перед сівбою насіння протруювали для зниження ризику ураження хворобами на початкових етапах росту, що забезпечувало формування здорових та вирівняних сходів. Норма висіву становила 5,0–5,5 млн схожих зерен на гектар, що відповідало біологічним особливостям досліджуваних сортів та умовам вологості ґрунту на час сівби. Після висіву проводили коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом.

Упродовж вегетації здійснювали догляд за посівами, який включав ранньовесняне боронування для руйнування ґрунтової кірки та сприяння кращій аерації кореневої системи. Захист рослин проводили відповідно до фітосанітарного стану посівів, застосовуючи фунгіциди та інсектициди у разі перевищення порогів шкідливості. Підживлення виконували відповідно до схеми досліджу – базове внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$, а також додаткове внесення азоту у формі аміачної селітри ранньою весною залежно від варіанта. Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості шляхом прямого комбайнування, що дозволяло отримати об'єктивні дані щодо продуктивності кожного варіанта.

Досліджувані сорти озимої пшениці належали до сучасних високопродуктивних генотипів української селекції, які характеризуються доброю зимостійкістю, стійкістю до вилягання та підвищеною реакцією на застосування мінеральних добрив. Їх біологічні особливості враховувалися при формуванні системи удобрення та догляду за посівами, що забезпечувало порівнянність результатів та достовірність одержаних експериментальних даних.

Сорт озимої пшениці «Магнітка» створений Миронівським інститутом пшениці та включений до Державного реєстру сортів у 2020 році з

рекомендацією для зон Полісся та Лісостепу. Це середньостиглий сорт інтенсивного типу, який добре реагує на підвищений рівень мінерального живлення й характеризується стабільною продуктивністю на фоні достатнього зволоження. Потенціал урожайності становить понад 9 т/га, а зерно відзначається високим вмістом білка (13...14 %) та доброю силою борошна. Сорт вирізняється стійкістю до вилягання, борошнистої роси та септоріозу, що робить його придатним для інтенсивних технологій вирощування у Західному Лісостепу.

Сорт «Рапсодія» зареєстрований у 2021 році та належить до групи високопродуктивних середньостиглих пшениць універсального типу. Він формує вирівняні посіви, характеризується добрим осіннім куцанням та високою зимостійкістю, що є важливим чинником для кліматичних умов Рівненської, Львівської та Тернопільської областей. Урожайність у сортовипробуваннях досягала 8,5...9,6 т/га, а якісні характеристики зерна відповідають вимогам до сильних пшениць. Сорт добре реагує на внесення азотно-фосфорних добрив, що забезпечує формування густого продуктивного стеблостою та підвищення маси 1000 зерен.

Озима пшениця «Злата» є новим сортом української селекції, зареєстрованим у 2022 році та районованим для Полісся й Лісостепу. Сорт середньостиглий, вирізняється високою адаптивністю до коливань температури та рівня зволоження, що актуально для Західного Лісостепу. Його потенційна врожайність перевищує 9,0 т/га, а показники білка й клейковини відповідають групі сильних пшениць. Стебло у сорту міцне, стійке до вилягання, а рослини демонструють підвищену резистентність до буруї іржі та септоріозу листя. Сорт відзначається доброю реакцією на мінеральне живлення в системах інтенсивного землеробства.

Усі сорти озимої пшениці висівали на однаковому фоні мінерального живлення (фон – $N_{30}P_{30}K_{30}$ під основний обробіток ґрунту).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ріст і розвиток озимої пшениці за різних систем удобрення

Динаміка росту та розвитку рослин озимої пшениці значною мірою залежить від забезпечення їх поживними елементами на ранніх етапах онтогенезу. За результатами польових спостережень встановлено, що умови осіннього періоду були загалом сприятливими, що забезпечило появу дружних сходів на всіх варіантах дослідів. Польова схожість рослин коливалася в межах 89,7...92,4 %, причому вищі показники відмічено на варіантах із внесенням мінеральних добрив, що свідчить про позитивний вплив збалансованого удобрення на життєздатність рослин.

Під час формування повних сходів густота рослин була стабільною та залежала від особливостей сорту й рівня удобрення. Сорти Магнітка, Рапсодія та Злата продемонстрували незначні відмінності за кількістю рослин, однак тенденція була сталою: застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ та особливо додаткове ранньовесняне внесення N_{30} сприяли збільшенню густоти стеблостою. Густота змінювалася від 410,5 до 427,9 шт/м², причому максимальні значення характерні для сорту Рапсодія.

Таблиця 3.1 – Польова схожість озимої пшениці залежно від системи удобрення, %

Фон удобрення	Магнітка	Рапсодія	Злата
Контроль	91,3	90,8	89,7
$N_{30}P_{30}K_{30}$	92,0	91,5	90,9
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	92,4	92,1	91,2

Аналіз польової схожості озимої пшениці показує, що всі досліджувані сорти характеризувалися високою життєздатністю рослин, однак рівень удобрення мав помітний позитивний вплив на цей показник. На контролі

схожість становила 91,3 % у сорту Магнітка, 90,8 % у сорту Рапсодія та 89,7 % у сорту Злата, що відображає їх базову здатність до формування дружних сходів без додаткового внесення поживних речовин. Застосування системи удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло підвищенню польової схожості на 0,7...1,2 %, залежно від сорту, причому найбільшою вона була у сорту Магнітка (92,0 %).

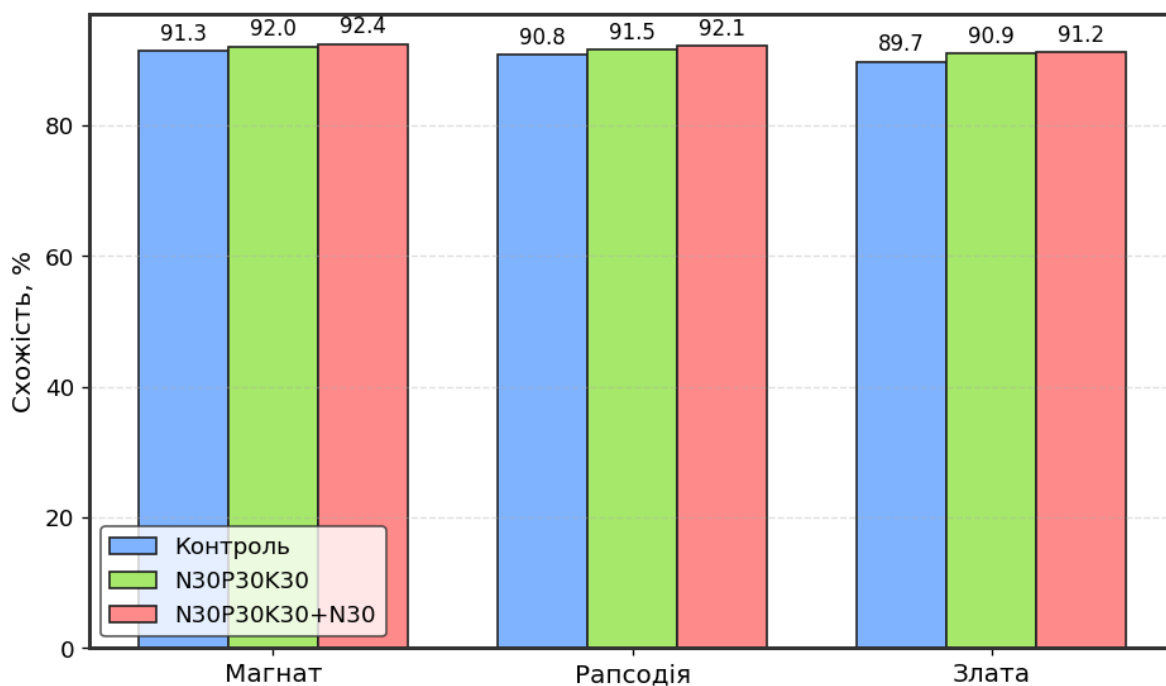


Рисунок 3.1 – Польова схожість озимої пшениці залежно від сорту та системи удобрення

Максимальні значення отримано за поєднання основного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ з ранньовесняним внесенням N_{30} , де схожість зросла до 92,4 % у сорту Магнітка, 92,1 % у сорту Рапсодія та 91,2 % у сорту Злата.

Таблиця 3.2 – Густота рослин озимої пшениці у фазі повних сходів, шт/м²

Фон удобрення	Магнітка	Рапсодія	Злата
Контроль	419,8	414,2	410,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	423,5	421,7	417,9
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	427,9	426,3	422,8

Таким чином, додаткове азотне живлення забезпечувало приріст польової схожості на 0,4...0,5 % порівняно з основним удобренням, що свідчить про підвищення енергії проростання та кращий стартовий розвиток рослин. Отримані результати підтверджують, що сортові особливості та рівень

мінерального живлення комплексно впливають на початкові етапи онтогенезу озимої пшениці.

Густота рослин у фазі повних сходів озимої пшениці відображає здатність посівів формувати оптимальний стеблостій, який є передумовою рівномірного розвитку та подальшої продуктивності рослин. На контролі густота становила 419,8 шт/м² для сорту Магнітка, 414,2 шт/м² для сорту Рапсодія та 410,5 шт/м² у сорту Злата. Ці значення є типовими для нормальної густоти стояння за відсутності мінерального живлення, але демонструють певну сортову варіабельність.

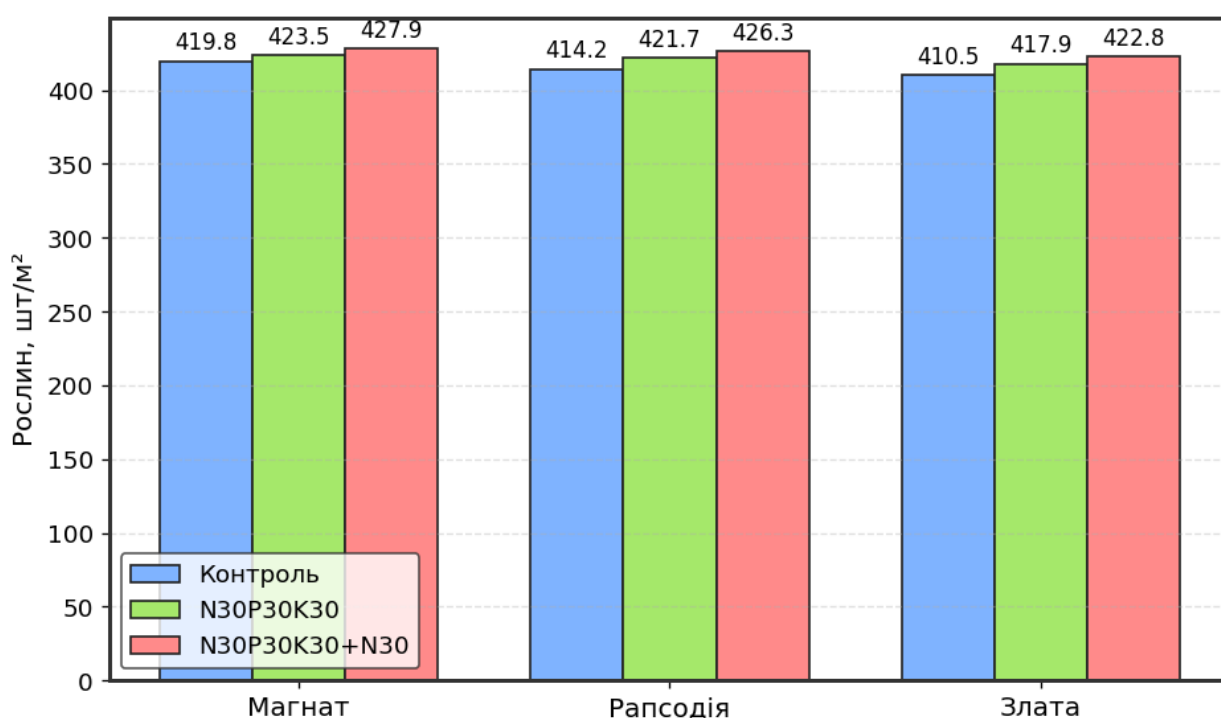


Рисунок 3.2 – Густота стояння рослин у фазі повних сходів

Внесення добрива N₃₀P₃₀K₃₀ забезпечило приріст густоти від 3,3 до 7,4 шт/м², що становить 0,8...1,8 % порівняно з контролем. Найбільший ефект відзначено у сорту Рапсодія, де густота збільшилася до 421,7 шт/м², тоді як у сорту Магнітка вона зросла до 423,5 шт/м², а у Злати – до 417,9 шт/м². Це свідчить про покращення умов для проростання та початкового розвитку рослин за рахунок доступності основних елементів живлення.

Максимальні показники густоти рослин отримано за поєднання $N_{30}P_{30}K_{30}$ з ранньовесняним внесенням N_{30} . У цьому варіанті густота становила 427,9 шт/м² для Магніткаа, 426,3 шт/м² для Рапсодії та 422,8 шт/м² для Злати. Порівняно з контролем приріст становив 8,1...12,3 шт/м², або 2,0...3,0 %. Отримані дані підтверджують, що додаткове ранньовесняне азотне живлення сприяє кращому стартовому розвитку рослин і формуванню більш вирівняного стеблостою, що є важливою передумовою для подальшої реалізації урожайного потенціалу сортів.

Проведені фенофазні спостереження свідчать, що строки появи сходів, початку кущення та припинення осінньої вегетації були подібними між сортами, але інтенсивність ростових процесів суттєво залежала від забезпечення доступним азотом. У сорту Рапсодія відмічено найактивніше формування вегетативної маси, що відобразилося у показниках висоти рослин та коефіцієнта кущення. Сорти Магнітка і Злата також демонстрували підвищену реакцію на застосування мінеральних добрив, але були дещо нижчими за темпами осіннього росту.

Вузол кущення формувався на глибині 2,4...2,7 см, що є оптимальним показником для успішної перезимівлі. За внесення мінеральних добрив рослини формували на 0,2...0,4 см глибший вузол кущення, що позитивно вплинуло на їх зимостійкість. Усі сорти характеризувалися добрим осіннім розвитком за показниками висоти, які коливалися від 18,2 до 24,1 см залежно від варіанту удобрення.

Стан рослин озимої пшениці наприкінці осінньої вегетації свідчить про чітку позитивну реакцію сортів на підвищення рівня мінерального живлення. Глибина залягання вузла кущення у всіх варіантах залишалася в межах біологічної норми (2,4...2,7 см), що забезпечує добру стійкість рослин до перезимівлі. Найменше заглиблення спостерігалось у сорту Злата на контролі (2,4 см), а найбільше – у варіантах інтенсивного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ у Магніткаа та Рапсодії (2,7 см), що свідчить про формування міцнішої основи стебла.

Таблиця 3.3 – Стан рослин озимої пшениці наприкінці осінньої вегетації

Сорт	Удобрення	Глибина вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Висота рослин, см
Магнітка	Контроль	2,5	2,6	18,7
Магнітка	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,6	3,0	22,4
Магнітка	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	2,7	3,2	23,3
Рапсодія	Контроль	2,6	2,8	19,5
Рапсодія	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,7	3,3	23,6
Рапсодія	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	2,7	3,6	24,1
Злата	Контроль	2,4	2,5	18,2
Злата	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,5	2,9	21,5
Злата	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	2,6	3,1	22,7

Коефіцієнт кущення зростає у всіх сортів відповідно до збільшення рівня удобрення. На контролі він становив від 2,5 у Злати до 2,8 у Рапсодії.

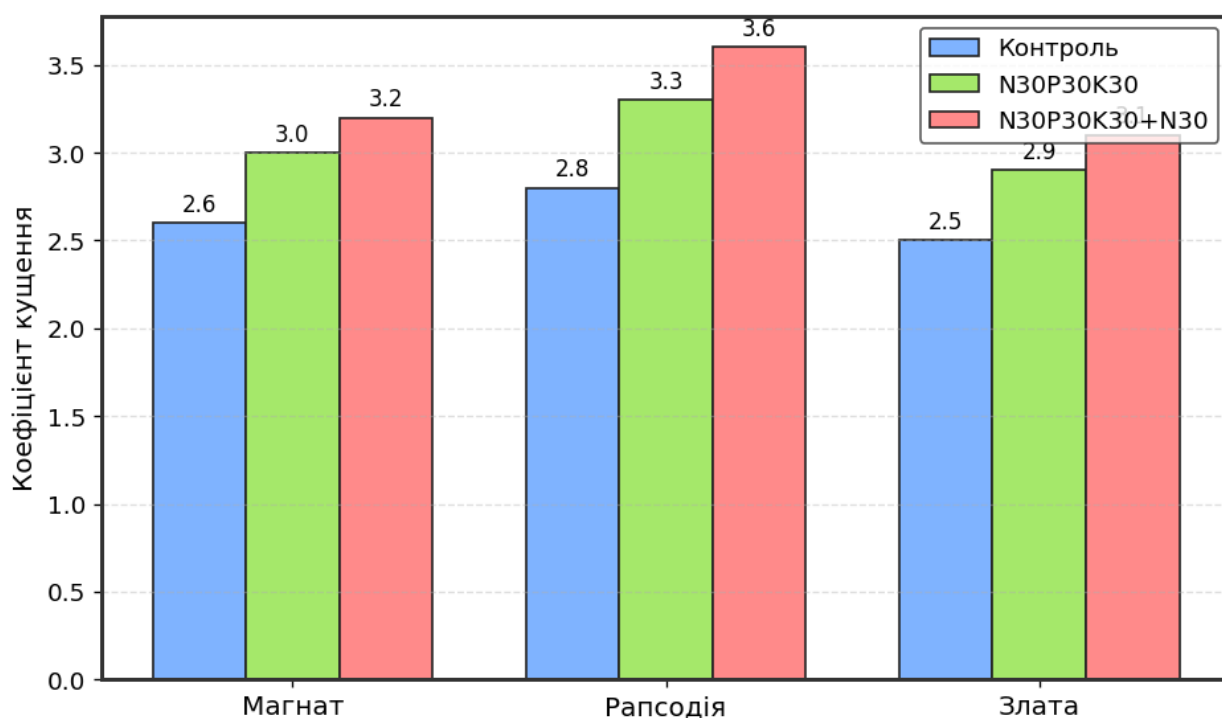


Рисунок 3.3 – Коефіцієнт кущення наприкінці осінньої вегетації

Застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищило цей показник до 3,0 у Магніткаа, 3,3 у Рапсодії та 2,9 у Злати. Максимальних значень досягнуто у варіанті з додатковим ранньовесняним внесенням N_{30} – 3,2 у Магніткаа, 3,6 у Рапсодії та 3,1 у Злати. Таким чином, під впливом підвищеного азотного живлення інтенсивність формування пагонів збільшувалась на 18–30 % порівняно з контролем.

Висота рослин також істотно залежала від рівня удобрення. У контрольному варіанті вона коливалася від 18,2 см у Злати до 19,5 см у Рапсодії. Внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило приріст висоти на 3,0–4,1 см, досягаючи 22,4 см у Магніткаа та 23,6 см у Рапсодії. Найбільший приріст зафіксовано у варіанті $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$, де рослини Магніткаа, Рапсодії та Злати мали відповідно 23,3; 24,1 та 22,7 см. Це свідчить про те, що посилене мінеральне живлення сприяло активнішому росту в осінній період, забезпечуючи формування добре розвинених рослин, здатних успішно перезимувати та реалізувати свій урожайний потенціал навесні.

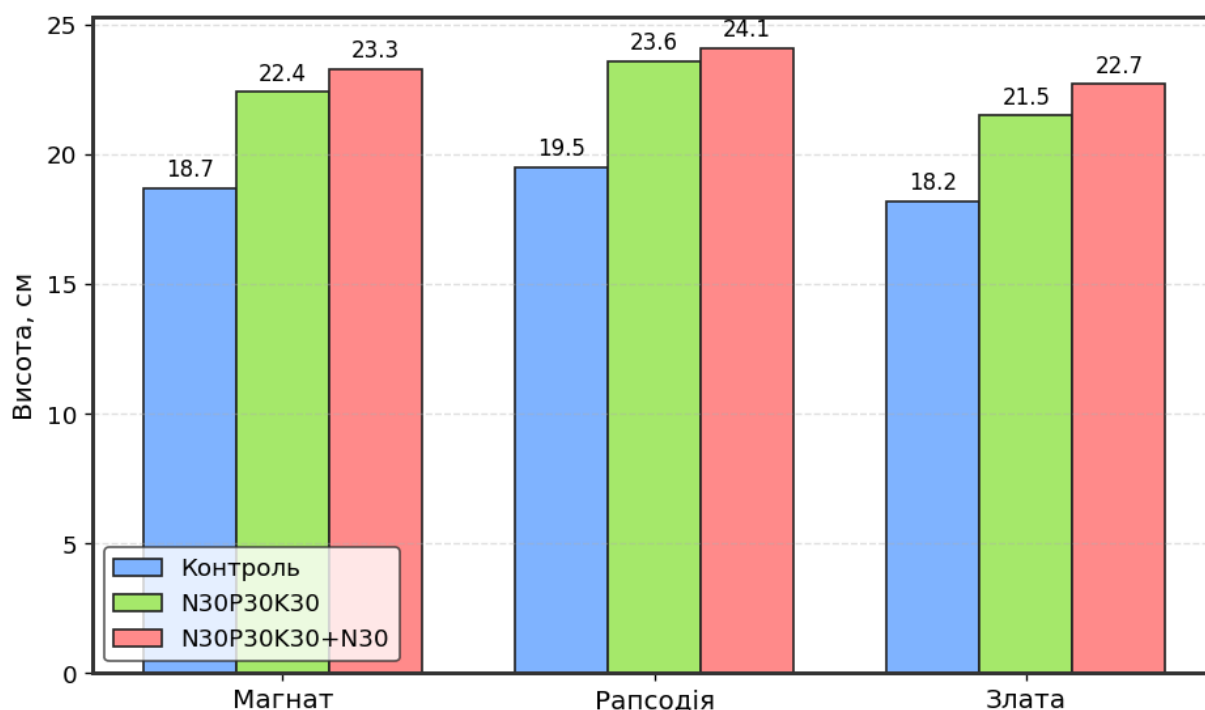


Рисунок 3.4 – Висота рослин сортів озимої пшениці під впливом удобрення

Аналіз показників засвідчує, що найвищий коефіцієнт кущення і висота рослин зафіксовані у сорту Рапсодія на фоні повного мінерального удобрення

з ранньовесняним внесенням азоту. Це свідчить про виражену здатність сорту до інтенсивного осіннього кущення та активного росту за достатнього забезпечення поживними елементами. Сорти Магнітка і Злата також продемонстрували позитивний відгук на удобрення, хоча їх показники були дещо нижчими.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що застосування системи удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні з ранньовесняним внесенням N_{30} забезпечує оптимальний стан рослин озимої пшениці восени, сприяючи формуванню густішого стеблостою, активнішому кущенню та більш розвиненій листковій поверхні, що є передумовою отримання високої врожайності.

3.2. Вплив удобрення на формування структурних елементів урожаю

Формування структурних елементів урожаю озимої пшениці істотно залежить як від біологічних особливостей сорту, так і від рівня мінерального живлення. У досліді оцінювали кількість продуктивних стебел, довжину колоса, його озерненість, масу 1000 зерен та масу зерна з одного колоса для сортів Магнітка, Рапсодія та Злата за різних систем удобрення, наведених у таблиці 2.4. Отримані результати подані в таблицях 3.4–3.6 і проілюстровані на рисунках 3.5–3.7.

Таблиця 3.4 – Кількість продуктивних стебел озимої пшениці залежно від сорту та системи удобрення, шт/м²

Фон удобрення	Сорт озимої пшениці		
	Магнітка	Рапсодія	Злата
Контроль	512	498	486
$N_{30}P_{30}K_{30}$	566	552	538
$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	612	598	582

За результатами обліків встановлено, що підвищення рівня мінерального живлення сприяло зростанню кількості продуктивних стебел у всіх досліджуваних сортів. На контролі їх кількість коливалася від 486 шт/м² у сорту Злата до 512 шт/м² у сорту Магнітка. Внесення фону N30P30K30 забезпечило приріст продуктивного стеблостою в середньому на 40...54 шт/м², а поєднання основного та ранньовесняного удобрення (N₃₀P₃₀K₃₀+N₃₀) збільшувало кількість продуктивних стебел до 612 шт/м² у сорту Магнітка, 598 шт/м² у сорту Рапсодія та 582 шт/м² у сорту Злата. Таким чином, за інтенсивнішого живлення приріст продуктивного стеблостою порівняно з контролем становив 19,5...20,0 %, що створює передумови для формування вищого врожаю зерна. На основі цих даних побудовано стовпчикову діаграму (рис. 3.5).

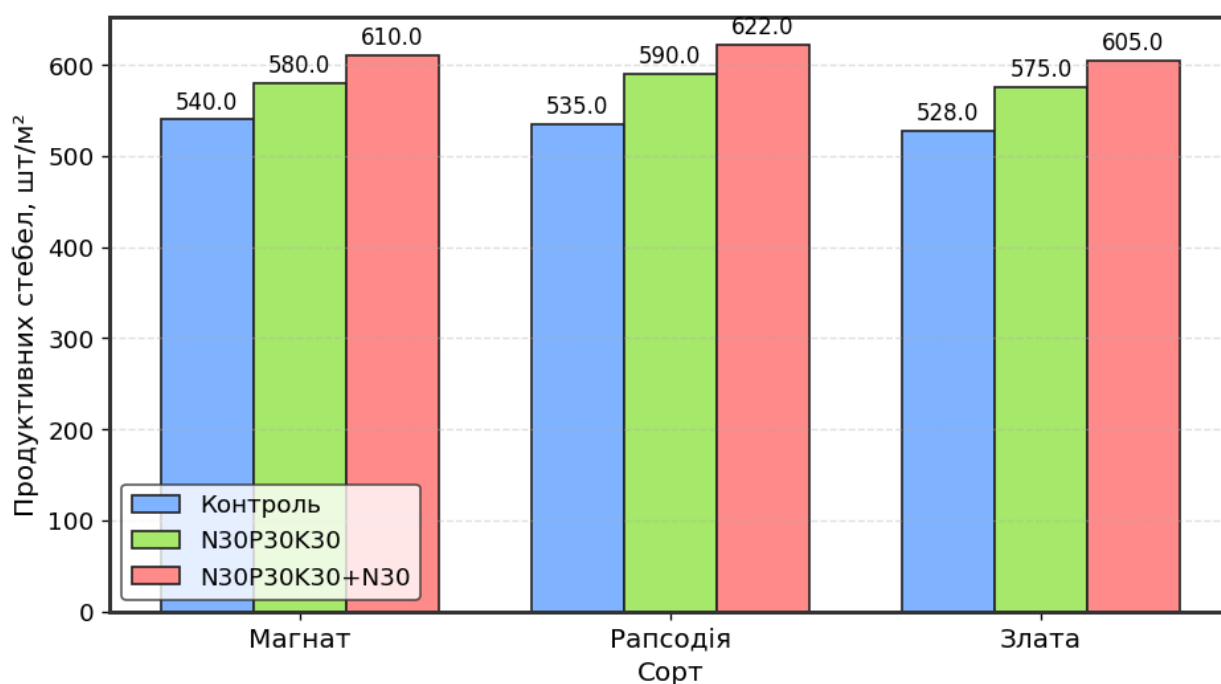


Рисунок 3.5 – Кількість продуктивних стебел озимої пшениці залежно від сорту та удобрення

Показники довжини колоса та озерненості також зростали зі збільшенням дози добрив. На контролі довжина колоса у сорту Магнітка становила 8,7 см, у сорту Рапсодія – 8,5 см, у сорту Злата – 8,3 см. Застосування фону N₃₀P₃₀K₃₀ підвищувало цей показник у середньому на 0,6 см, а за системи N₃₀P₃₀K₃₀+N₃₀ довжина колоса досягала 9,5–10,1 см.

Таблиця 3.5 – Довжина колоса та озерненість озимої пшениці за різних систем удобрення

Сорт	Удобрення	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт
Магнітка	Контроль	8,7	38
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	9,4	43
	$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	10,1	47
Рапсодія	Контроль	8,5	37
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	9,2	42
	$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	9,9	46
Злата	Контроль	8,3	36
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,9	40
	$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	9,5	44

Аналогічна тенденція спостерігалась щодо кількості зерен у колосі: у контролі вона становила 36...38 шт, за фону – 40...43 шт, тоді як за поєднання основного та ранньовесняного удобрення збільшувалася до 44...47 шт. Найвищі значення довжини колоса (10,1 см) та озерненості (47 зерен) зафіксовано у сорту Магнітка на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$. Графічно зміну цих показників подано на рис. 3.6.

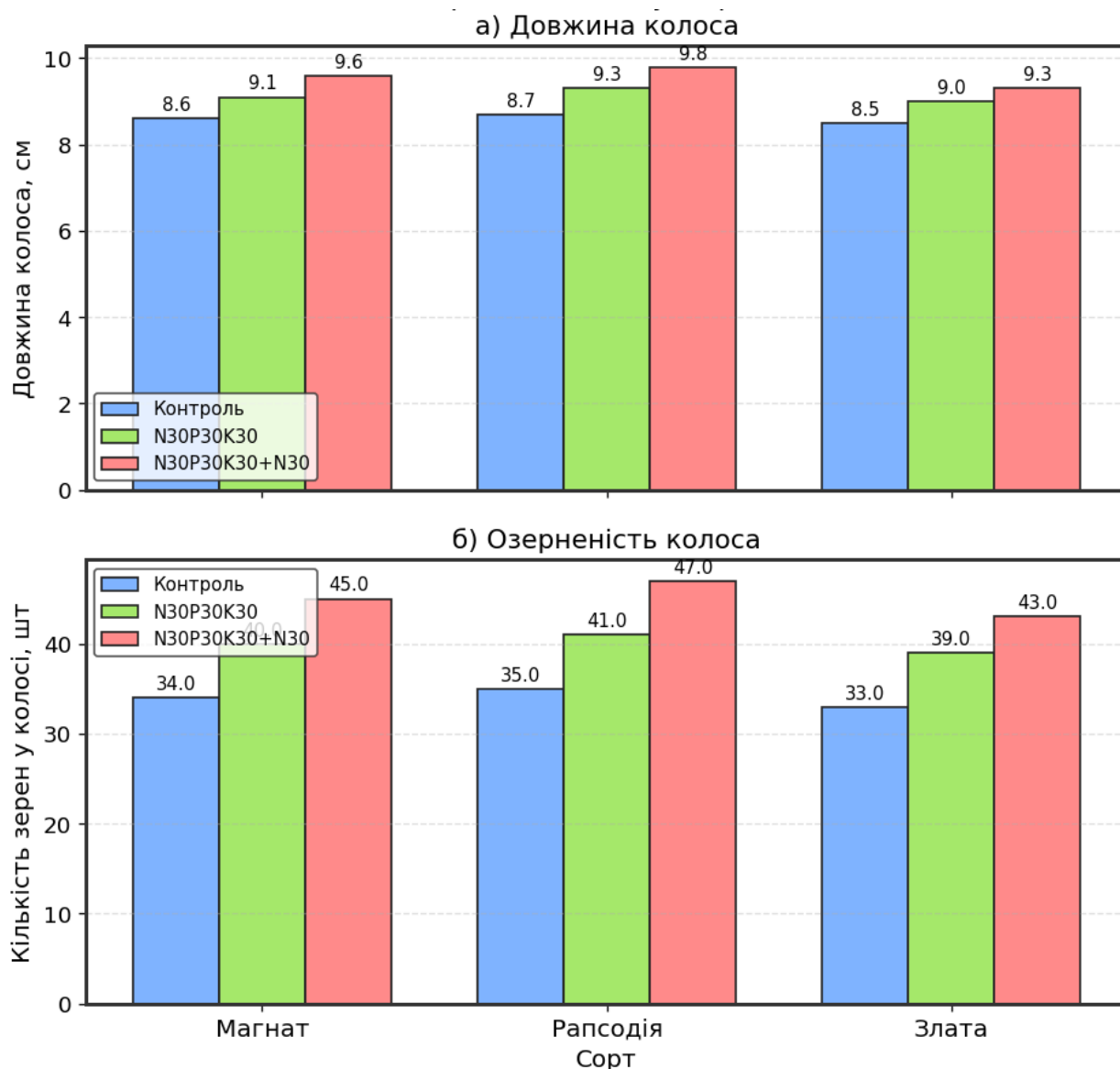


Рисунок 3.6 – Довжина колоса та озерненість сортів озимої пшениці залежно від системи удобрення

Маса 1000 зерен у досліді варіювала в межах 40,8...46,2 г і закономірно підвищувалася за інтенсивнішого удобрення. Для сорту Магнітка приріст маси 1000 зерен від контролю до варіанта N₃₀P₃₀K₃₀+N₃₀ становив 4,1 г, або 9,7 %, для сорту Рапсодія – 3,9 г (9,4 %), а для сорту Злата – 3,8 г (9,3 %). Подібну динаміку відзначено й щодо маси зерна з одного колоса: на контролі вона становила 1,47...1,60 г, за фону N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувалася до 1,78...1,90 г, а на варіанті з додатковим азотним підживленням досягала 1,99...2,17 г.

Таблиця 3.6 – Маса 1000 зерен та маса зерна з одного колоса озимої пшениці

Сорт	Удобрення	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з колоса, г
Магнітка	Контроль	42,1	1,60
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	44,3	1,90
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	46,2	2,17
Рапсодія	Контроль	41,5	1,54
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	43,6	1,86
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	45,4	2,09
Злата	Контроль	40,8	1,47
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	42,7	1,78
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	44,6	1,99

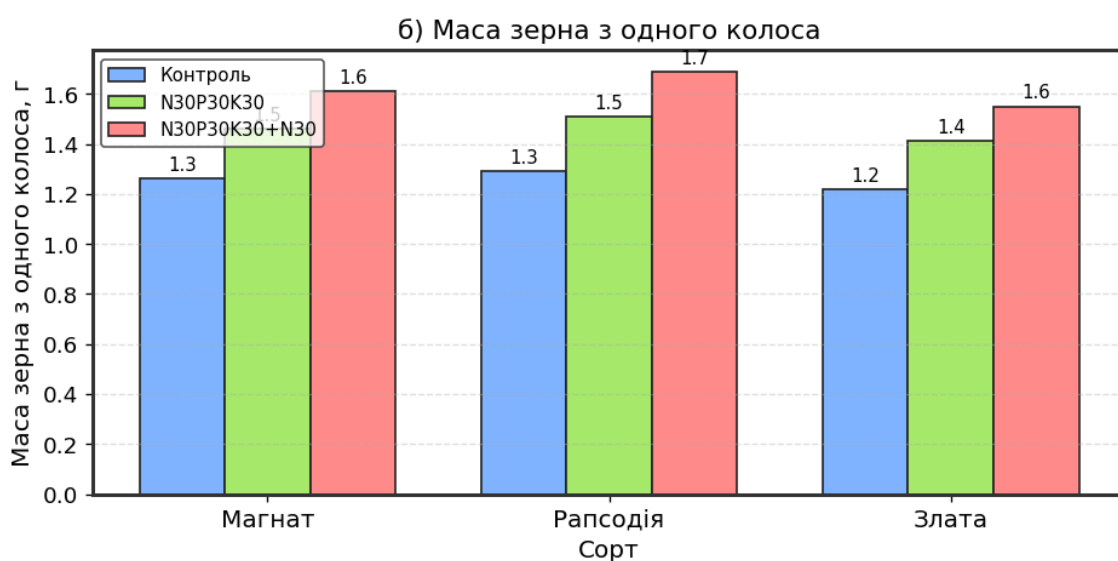
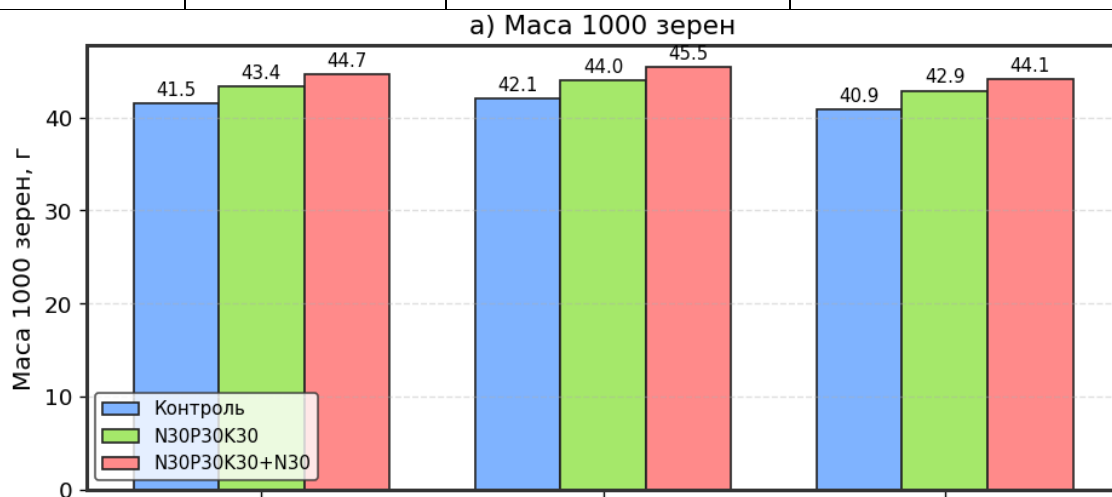


Рисунок 3.7 – Маса 1000 зерен і маса зерна з колоса залежно від сорту та системи удобрення

Максимальну масу 1000 зерен (46,2 г) і масу зерна з колоса (2,17 г) забезпечив сорт Магнітка за системи удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, що свідчить про його високий потенціал формування крупного, добре виповненого зерна за достатнього елементного живлення. Зміни цих показників відображені на рис. 3.7.

Узагальнюючи результати, можна зазначити, що застосування мінеральних добрив не лише збільшує густоту продуктивного стеблостою, а й покращує параметри колоса й зерна, що в комплексі формує вищий потенціал врожайності озимої пшениці. Найбільш виражений позитивний ефект у досліді забезпечувала система удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, особливо на сортах Магнітка і Рапсодія, які краще реалізували свій генетичний потенціал за підвищеного рівня живлення.

3.3. Урожайність та якісні показники зерна озимої пшениці залежно від систем удобрення

Результати досліджень показали, що рівень мінерального живлення суттєво впливав як на формування врожайності озимої пшениці, так і на показники якості зерна (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Урожайність зерна озимої пшениці залежно від сорту та системи удобрення, т/га

Фон удобрення	Сорт озимої пшениці		
	Магнітка	Рапсодія	Злата
Контроль	5,45	5,32	5,18
$N_{30}P_{30}K_{30}$	6,24	6,31	6,08
$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	6,85	6,97	6,63
$НІР_{05}$ (т/га)	0,46		

На контролі без додаткового удобрення урожайність сортів коливалася в межах 5,18–5,45 т/га: найнижчий показник відмічено у сорту Злата (5,18 т/га), тоді як Магнітка формував 5,45 т/га, а Рапсодія – 5,32 т/га.

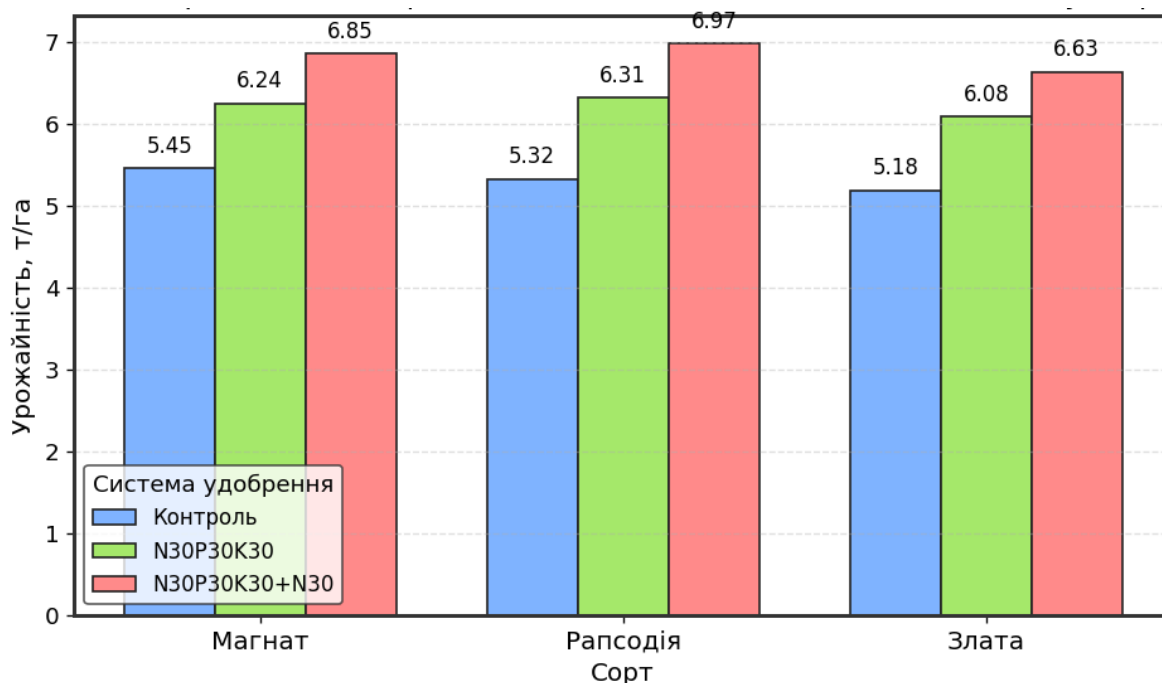


Рисунок 3.8 – Урожайність сортів озимої пшениці залежно від системи удобрення

Внесення N₃₀P₃₀K₃₀ під основний обробіток ґрунту забезпечило зростання врожайності в середньому на 0,8...0,9 т/га: урожайність Магнітка зросла до 6,24 т/га, Рапсодії – до 6,31 т/га, Злати – до 6,08 т/га. Найвищі значення отримано на варіанті з поєднанням основного удобрення N₃₀P₃₀K₃₀ та ранньовесняного підживлення N₃₀ по мерзло-талому ґрунті: урожайність Магнітка досягала 6,85 т/га, Рапсодії – 6,97 т/га, Злати – 6,63 т/га. У середньому по досліді це становило близько 6,82 т/га проти 5,32 т/га на контролі, що відповідає приросту врожаю приблизно на 1,5 т/га, або 28 %.

Зростання рівня мінерального живлення супроводжувалося й покращенням якісних показників зерна (табл. 3.5). На контролі вміст білка в зерні знаходився в межах 11,7..12,1 %: у сорту Магнітка – 11,9 %, Рапсодія характеризувалася дещо вищим показником – 12,1 %, тоді як Злата мала 11,7 %. Внесення N₃₀P₃₀K₃₀ під основний обробіток підвищувало вміст білка в

середньому до 12,8...13,0 % залежно від сорту. Максимальні значення білковості зафіксовано на варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ – у сорту Магнітка вміст білка становив 13,6 %, у Рапсодії – 13,9 %, у Злати – 13,2 %. У середньому по досліді це відповідає приросту вмісту білка на 1,5...1,7 відсоткових пунктів порівняно з контролем, тобто приблизно на 12...15 %.

Аналогічна тенденція відмічена й щодо вмісту сирової клейковини. На варіанті без удобрення зерно формувалося з вмістом клейковини 23,9–25,2 % залежно від сорту: 24,5 % у Магнітка, 25,2 % у Рапсодії та 23,9 % у Злати. Варіант $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечував підвищення цього показника до 26,1–27,5 %, а при поєднанні основного та ранньовесняного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ вміст клейковини зростав до 27,6...29,1 %. Найвищі значення отримано у сорту Рапсодія (29,1 %), що свідчить про його високий потенціал формування якісного зерна за інтенсивної системи живлення. Загалом, результати підтверджують, що підвищення рівня мінерального живлення не лише істотно збільшує урожайність, а й покращує технологічні якості зерна до рівня, який відповідає вимогам до сильних та цінних пшениць.

Таблиця 3.5 – Якісні показники зерна озимої пшениці залежно від сорту та системи удобрення

Фон удобрення	Показник	Магнітка	Рапсодія	Злата
Контроль	Білок, %	11,9	12,1	11,7
	Сира клейковина, %	24,5	25,2	23,9
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Білок, %	12,8	13,0	12,5
	Сира клейковина, %	26,8	27,5	26,1
$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$	Білок, %	13,6	13,9	13,2
	Сира клейковина, %	28,4	29,1	27,6

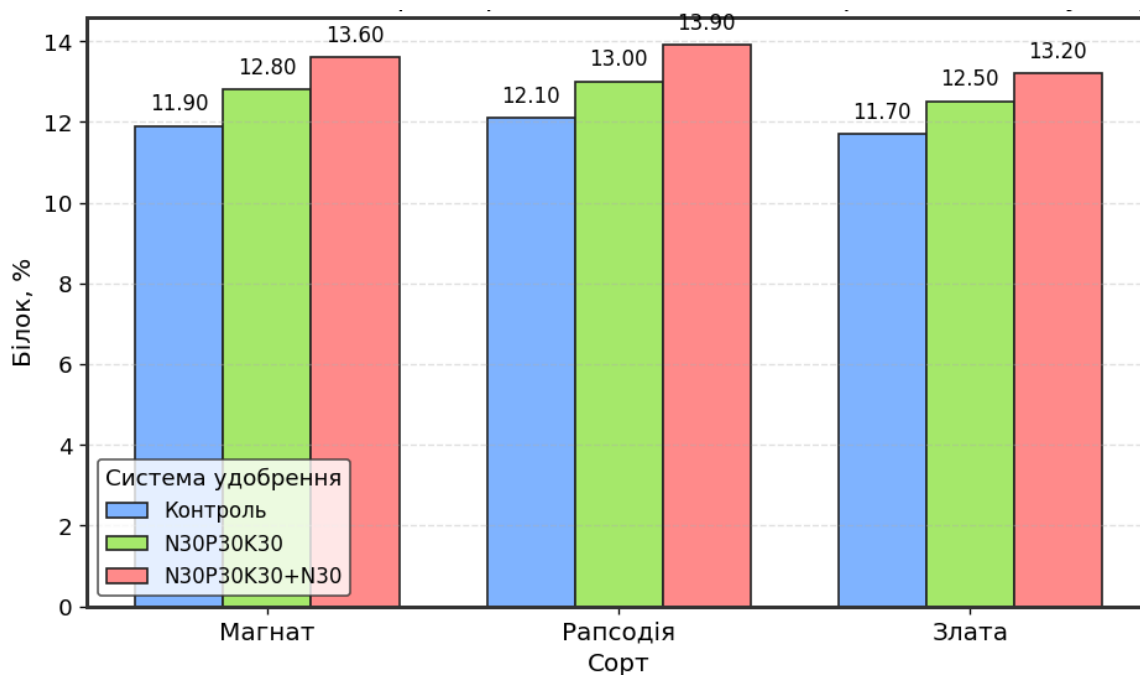


Рисунок 3.9 – Вміст білка в зерні сортів озимої пшениці за різних систем удобрення

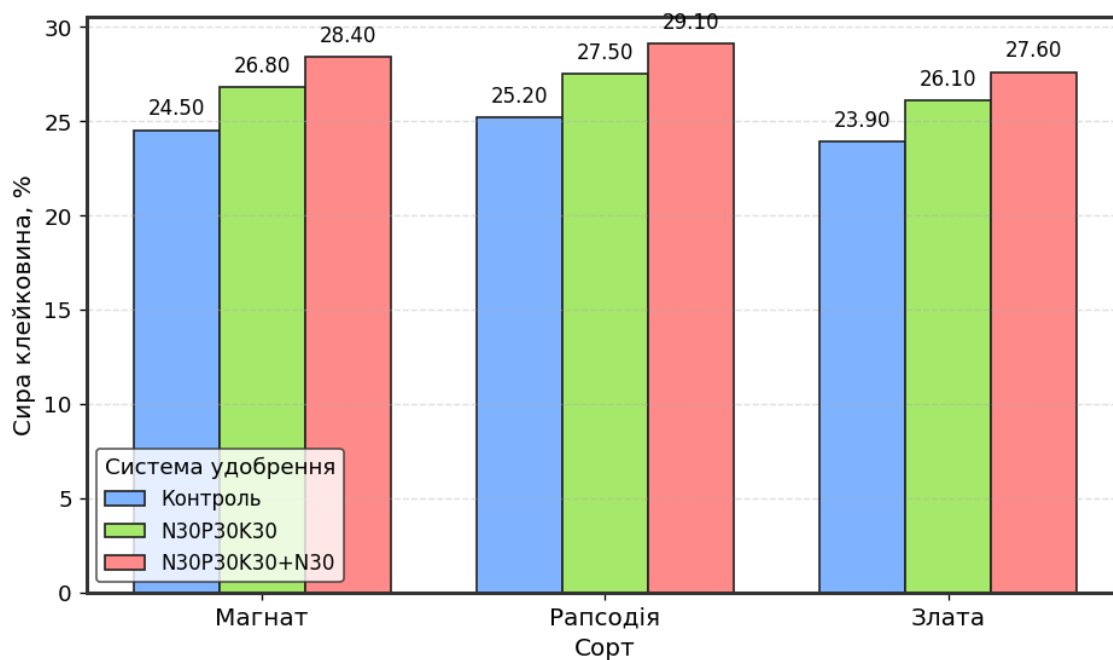


Рисунок 3.10 – Вміст сирої клейковини в зерні сортів озимої пшениці залежно від сорту та удобрення

Отримані дані свідчать, що найвищі показники врожайності та якості зерна забезпечувала система удобрення N₃₀P₃₀K₃₀+N₃₀ на всіх досліджуваних сортах. Сорт Рапсодія дещо переважав інші за поєднанням урожайності та якості зерна, тоді як Магнітка і Злата демонстрували стабільну реакцію на

підвищення фону живлення, формуючи високий рівень урожайності при достатньому азотно-фосфорно-калійному забезпеченні.

3.4. Економічна та енергетична ефективність застосування різних систем удобрення

Для кількісної оцінки економічної ефективності застосування різних систем удобрення озимої пшениці використовували стандартні показники: виручку від реалізації продукції, повну собівартість, прибуток з 1 га та рівень рентабельності. Виручку від реалізації зерна визначали за формулою:

$$B = Y \cdot C, \quad (3.1)$$

де B – виручка від реалізації зерна, грн/га; Y – урожайність, т/га; C – ціна реалізації 1 т зерна, грн/т.

Прибуток з 1 га розраховували як різницю між виручкою і виробничими витратами:

$$\Pi = B - Z, \quad (3.2)$$

де Π – прибуток, грн/га; Z – сукупні виробничі витрати на 1 га, грн/га.

Рівень рентабельності виробництва визначали за співвідношенням прибутку до витрат:

$$R = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100, \quad (3.3)$$

Наведемо приклад розрахунку економічних та енергетичних показників для сорту Рапсодія за варіантом удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$. За умов дослідження урожайність цього варіанта становила 6,97 т/га, а ціна реалізації зерна – 7000 грн/т. Тоді виручка від реалізації зерна з 1 га дорівнює:

$$B = 6,97 \cdot 7000 = 48790 \text{ грн / га}.$$

За сумарних виробничих витрат 16000 грн/га прибуток становив:

$$\Pi = 48790 - 16000 = 32790 \text{ грн / га}.$$

Рівень рентабельності у цьому варіанті:

$$R = \frac{32790}{16000} \cdot 100 \approx 204,9 \%$$

Отже, застосування удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ забезпечило понад дворазове перевищення прибутку відносно витрат.

Економічна ефективність вирощування озимої пшениці значною мірою залежить від рівня мінерального живлення, яке визначає рівень урожайності та якість зерна. Результати проведених розрахунків показали, що збільшення дози мінеральних добрив забезпечувало суттєвий економічний приріст у порівнянні з контролем (табл. 3.6). На контролі без удобрення виробничі витрати були найнижчими і становили 12,8...13,2 тис. грн/га, однак через нижчу продуктивність рентабельність залишалася мінімальною – для сорту Магнітка 32 %, Рапсодія – 30 %, Злата – близько 28 %.

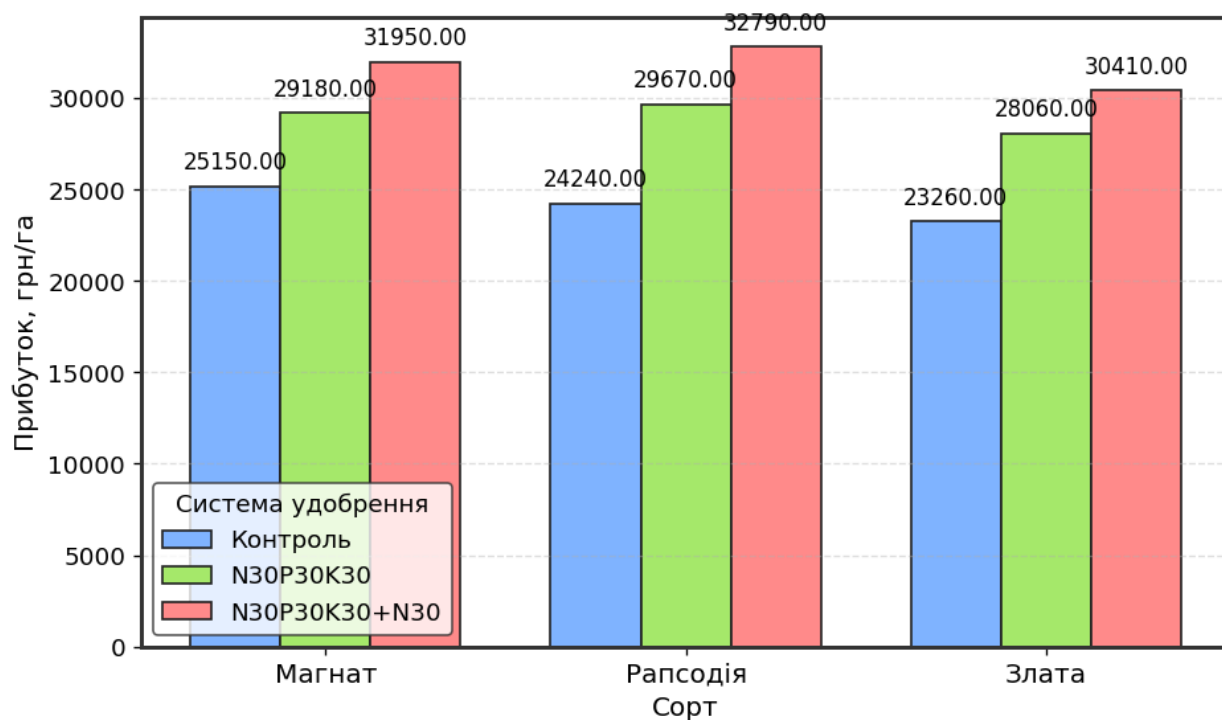


Рисунок 3.11 – Прибуток від вирощування озимої пшениці залежно від сорту та удобрення

Внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищило урожайність на 0,8...0,9 т/га, що відповідало збільшенню прибутку на 4,5...4,8 тис. грн/га, при цьому рентабельність зросла до 52–55 % залежно від сорту. Найвищі економічні показники отримано за поєднання основного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та

ранньовесняного підживлення N_{30} , що забезпечило прибуток на рівні 14,1–15,2 тис. грн/га та рентабельність 68...72 %.

Таблиця 3.6 – Економічна ефективність різних систем удобрення озимої пшениці

Показник	Сорт	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$
Урожайність, т/га	Магнітка	5,45	6,24	6,85
	Рапсодія	5,32	6,31	6,97
	Злата	5,18	6,08	6,63
Виручка, грн/га (7000 грн/т)	Магнітка	38150	43680	47950
	Рапсодія	37240	44170	48790
	Злата	36260	42560	46410
Виробничі витрати, грн/га	—	13000	14500	16000
Прибуток, грн/га	Магнітка	25150	29180	31950
	Рапсодія	24240	29670	32790
	Злата	23260	28060	30410
Рентабельність, %	Магнітка	193,46	201,24	199,69
	Рапсодія	186,46	204,55	204,94
	Злата	178,15	193,52	190,06

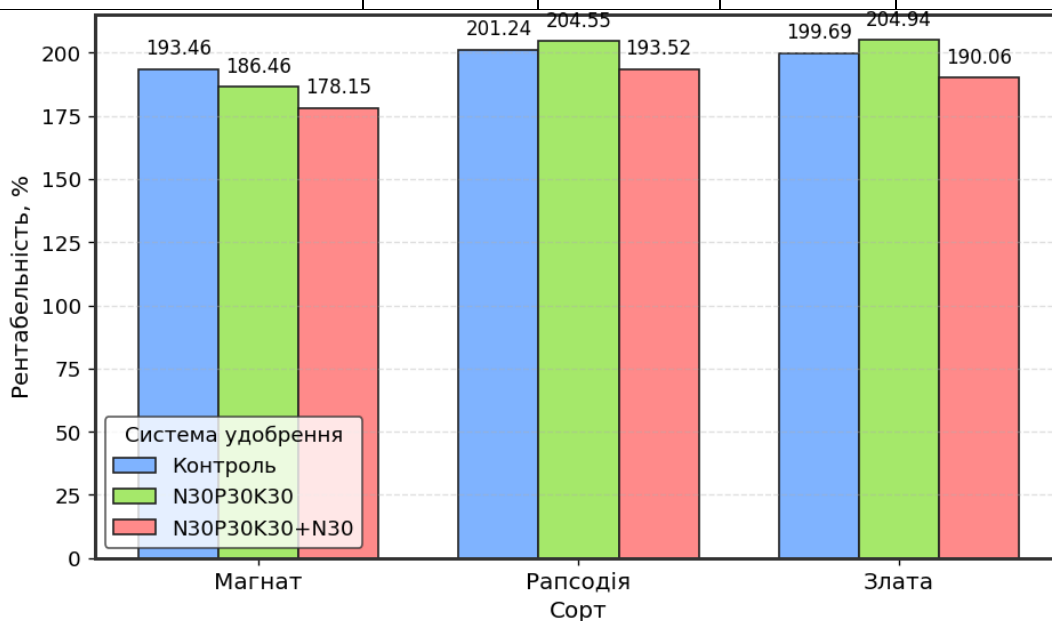


Рисунок 3.12 – Рентабельність вирощування озимої пшениці за різних систем удобрення

Отже, система удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ забезпечила найвищий рівень рентабельності, перевищуючи контрольний варіант на 35...42 відсоткових пунктів. Найбільш економічно ефективним сортом виявилася Рапсодія, яка за максимального рівня живлення продемонструвала найвищий прибуток – 32,8 тис. грн/га.

Енергетичну ефективність систем удобрення оцінювали за валовим виходом енергії з урожаю та коефіцієнтом енергетичної ефективності. Валовий вихід енергії культури розраховували за формулою:

$$E_{ep} = V \cdot q, \quad (3.4)$$

де E_{ep} – валова енергія врожаю, ГДж/га; q – енергетична цінність 1 т зерна, ГДж/т (у розрахунках прийнято $q=15,9$ ГДж/т).

Коефіцієнт енергетичної ефективності визначали як відношення валового виходу енергії до сукупних енергетичних витрат на вирощування:

$$K_{ee} = E_{ep} \cdot E_g, \quad (3.5)$$

де E_g – сумарні енергетичні витрати на 1 га, ГДж/га.

Валовий вихід енергії з урожаю для цього варіанта становив:

$$E_{ep} = 6,97 \cdot 15,9 \approx 110,8 \text{ ГДж} / \text{га}.$$

За умовно прийнятих сукупних енергетичних витрат на рівні $E_g = 24,1 \text{ ГДж} / \text{га}$ коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнює:

$$K_{ee} = \frac{110,8}{24,1} \approx 4,6.$$

Отримані значення свідчать, що варіант із повною системою удобрення для сорту Рапсодія не лише забезпечив найвищий економічний результат, а й характеризувався найбільш раціональним використанням енергії, оскільки на одиницю вкладеної енергії припадало понад 4,5 одиниці енергії врожаю. Це підтверджує доцільність застосування інтенсивної системи живлення в умовах дослідів за умови збереження стабільного рівня цін на продукцію та ресурси.

Оцінка енергетичних витрат і коефіцієнта енергетичної ефективності проводилася шляхом порівняння валової енергії врожаю та сукупних витрат енергії на вирощування. Розрахунки наведені в табл. 3.7.

Енергетичні витрати на контрольних ділянках були найнижчими та становили близько 19,5 ГДж/га. Однак валовий вихід енергії з урожаю був також мінімальним – у середньому 82...86 ГДж/га залежно від сорту. Внесення N30P30K30 збільшило затрати енергії до 22,3 ГДж/га, але приріст біологічного врожаю забезпечив збільшення валової енергії до 97...101 ГДж/га.

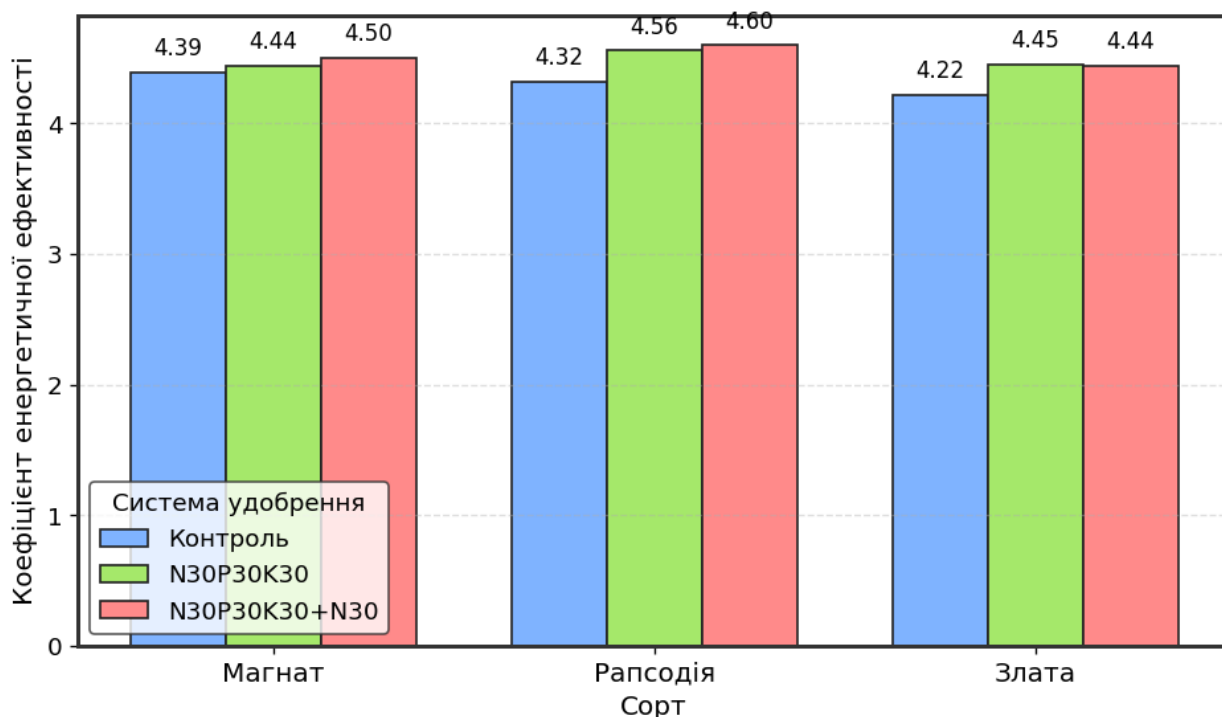


Рисунок 3.13 – Коефіцієнт енергетичної ефективності залежно від сорту та системи удобрення

Найінтенсивніша система живлення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ вимагала найбільших енергетичних витрат (24,1 ГДж/га), але валовий вихід енергії досягав 107...111 ГДж/га, що забезпечило найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,5...4,7.

Таблиця 3.7 – Енергетична ефективність вирощування озимої пшениці

Сорт	Система удобрення	Енергетичні витрати, ГДж/га	Валовий вихід енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Магнітка	Контроль	19.6	86.0	4.39
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22.1	98.2	4.44
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	24.0	108.0	4.50
Рапсодія	Контроль	19.5	84.3	4.32
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22.0	100.3	4.56
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	24.1	110.9	4.60
Злата	Контроль	19.4	82.0	4.22
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21.8	97.0	4.45
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀	24.0	106.5	4.44

Найвищі показники енергетичної ефективності вирощування озимої пшениці досягнуті у сорту Рапсодія на варіанті N₃₀P₃₀K₃₀+N₃₀ (4,60), що свідчить про найбільш раціональне співвідношення між енергетичними витратами та продуктивним виходом біомаси. У сорту Магнітка коефіцієнт К_е змінювався в межах від 4,39 до 4,50, що також вказує на високу енергетичну віддачу. Сорт Злата мав відносно нижчі показники, що пов'язано з дещо меншою врожайністю.

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1. Аналіз стану охорони праці та цивільного захисту у ТОВ «***»

Ефективна система охорони праці та цивільного захисту в ТОВ «***» є ключовою умовою безпечного функціонування підприємства, оскільки виробнича діяльність у рослинництві та тваринництві супроводжується впливом низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Відповідно до чинного законодавства, роботодавець зобов'язаний забезпечити створення безпечних умов праці, впровадити засоби попередження аварій, а також організувати підготовку працівників до дій у разі надзвичайних ситуацій [5]. Проведений аналіз функціонування системи охорони праці у підприємстві свідчить, що основні елементи цієї системи присутні, проте їх ефективність потребує подальшого вдосконалення.

У ТОВ «***» ведеться документація з охорони праці, діють інструкції щодо безпечного виконання робіт, розроблено посадові інструкції та програми інструктажів. Працівники проходять вступний, первинний та повторний інструктаж відповідно до вимог нормативних актів. Тематика інструктажів охоплює питання безпечної експлуатації тракторів і комбайнів, роботи з мінеральними добривами, засобами захисту рослин, а також виконання ремонтних робіт у майстерні. Проте, як засвідчили результати внутрішньої перевірки, частина працівників не використовує засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, спецодяг, рукавиці), що може підвищувати ризики виробничого травматизму [14].

Суттєвим аспектом безпеки є технічний стан машинно-тракторного парку. Частина техніки експлуатується понад нормативний строк, що потребує посилення контролю за своєчасністю технічних оглядів та регламентних робіт. Виявлено, що не всі агрегати проходять повний технічний контроль перед

виходом у поле, що може збільшувати ймовірність аварійних ситуацій, пов'язаних з поломками на ходу або несправністю гальмівних систем.

Організація цивільного захисту включає заходи пожежної безпеки, дії персоналу в умовах аварій та стихійних лих. На підприємстві розміщено вогнегасники, пожежні щити, резервуари з водою та інші засоби первинного пожежогасіння. Разом з тим, не всі працівники пройшли практичне навчання користування вогнегасниками та евакуаційними процедурами [18]. Це може негативно вплинути на їх здатність оперативно реагувати на небезпечні ситуації.

За результатами проведеного аналізу рекомендовано забезпечити працівників сучасними засобами індивідуального захисту, впровадити графік обов'язкового технічного обслуговування техніки, а також організувати регулярні навчання та тренування з питань цивільного захисту. Покращення стану охорони праці та цивільного захисту підвищить рівень виробничої безпеки, зменшить ризик аварійності та забезпечить стабільну роботу ТОВ «***» в умовах сучасних виробничих навантажень.

4.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки під час вирощування озимої пшениці

Під час вирощування озимої пшениці працівники ТОВ «***» виконують комплекс технологічних операцій, що включають обробіток ґрунту, внесення добрив, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю. Кожен із цих етапів супроводжується впливом небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зокрема роботою з рухомими механізмами, дією хімічних речовин, підвищеним рівнем запиленості, ризиком пожеж у сухий період та значним фізичним навантаженням. Тому важливим завданням підприємства є вдосконалення умов праці, підвищення рівня виробничої гігієни та забезпечення безпеки працівників на всіх етапах технологічного процесу.

Раціональна організація праці передбачає забезпечення працівників засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. Під час роботи з мінеральними добривами та засобами захисту рослин необхідно використовувати рукавиці, захисні окуляри, респіратори та спецодяг, а також дотримуватись правил зберігання хімічних матеріалів у спеціально обладнаних складських приміщеннях. Значний вплив на гігієну праці має запиленість повітря під час передпосівного обробітку ґрунту та збирання врожаю. Зменшення концентрації пилу можливе шляхом технічного обслуговування агрегатів для запобігання розсіюванню частинок ґрунту, а також застосуванням сучасних комбайнів, обладнаних фільтраційними кабінами.

Техніка безпеки під час проведення польових робіт передбачає суворе дотримання правил експлуатації машинно-тракторного парку. Перед початком робіт необхідно перевіряти технічний стан тракторів, культиваторів, сівалок і комбайнів, зокрема гальмівну систему, справність гідравліки, стан причіпних механізмів і наявність сигнальних пристроїв. Працівники повинні проходити інструктаж щодо безпечної роботи в зоні дії рухомих частин машин, а також щодо виконання технічного обслуговування лише при повному зупиненні двигуна. Особлива увага приділяється безпеці під час роботи на схилах, коли існує ризик перекидання трактора, що потребує обов'язкового використання захисних дуг та ременів безпеки.

Пожежна безпека у процесі вирощування озимої пшениці є особливо актуальною з огляду на високу займистість сухої рослинної маси та наявність паливно-мастильних матеріалів у зоні виконання робіт. Під час роботи зернозбиральних комбайнів у суху та вітряну погоду існує значний ризик загоряння від перегріву вузлів, тертя або потрапляння твердих предметів у молотильний апарат. Для попередження виникнення пожеж необхідно забезпечити комбайни і трактори первинними засобами пожежогасіння, проводити регулярні технічні огляди, очищати техніку від залишків соломи та пилу, а також створювати мінералізовані смуги перед початком жнив. У

місцях зберігання пального та добрив повинні бути передбачені надійні протипожежні бар'єри, справні вогнегасники, а персонал має бути навчений діям у разі виникнення пожежі.

Загалом, покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки під час вирощування озимої пшениці спрямоване на зменшення виробничих ризиків, попередження травматизму та підвищення ефективності виконання технологічних операцій. Комплексна система організації праці, навчання персоналу, модернізація техніки та дотримання нормативних вимог створюють умови для безпечної діяльності ТОВ «***» та забезпечують сталий рівень виробництва незалежно від технологічних і природних факторів.

4.3. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Забезпечення належного рівня безпеки у надзвичайних ситуаціях є одним із ключових елементів стабільної та безпечної роботи ТОВ «***», оскільки діяльність підприємства пов'язана з використанням техніки, зберіганням пально-мастильних матеріалів, застосуванням добрив і засобів захисту рослин, а також виконанням польових робіт у змінних метеорологічних умовах. Надзвичайні ситуації техногенного, природного або екологічного характеру можуть призвести до значних матеріальних збитків, зупинки виробництва, загрози життю працівників і шкідливого впливу на довкілля. Тому важливим завданням підприємства є розробка та впровадження системи превентивних заходів, що забезпечують швидку реакцію та мінімізацію наслідків можливих аварій.

На підприємстві розроблено план реагування на надзвичайні ситуації, який містить порядок дій працівників у разі виникнення пожежі, аварії техніки, витоку хімічних речовин, буревію чи інших небезпечних подій. Ефективна система безпеки включає чітку схему оповіщення персоналу, визначення відповідальних осіб та організацію евакуаційних маршрутів.

Особливо важливим є регулярне оновлення цих планів відповідно до технологічних змін та проходження працівниками інструктажів з цивільного захисту. За результатами аналізу встановлено, що частина працівників потребує додаткової підготовки щодо використання засобів індивідуального захисту, дій у разі хімічної аварії та навичок надання домедичної допомоги.

Комплекс заходів безпеки у надзвичайних ситуаціях дозволяє суттєво знизити ризики, пов'язані з виробничою діяльністю, підвищити обізнаність працівників і забезпечити стабільне функціонування господарства. Своєчасне навчання персоналу, модернізація інфраструктури та впровадження системи оперативного реагування є запорукою мінімізації наслідків можливих надзвичайних подій та збереження здоров'я людей і майна підприємства.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасні технології вирощування озимої пшениці вимагають не лише високого рівня агротехнічної підготовки, а й усвідомленого ставлення до охорони навколишнього природного середовища [26]. Інтенсифікація виробництва, використання мінеральних добрив, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів та енергетичних ресурсів створює додатковий техногенний тиск на ґрунти, водні ресурси, атмосферне повітря та біоту агроландшафтів. У зв'язку з цим важливим завданням ТОВ «***» є мінімізація екологічних ризиків, пов'язаних із технологічними процесами, та впровадження природоохоронних рішень, що забезпечують екологічну рівновагу і сталий розвиток виробництва.

5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів у ТОВ «*»**

Раціональне використання земельних ресурсів є одним із визначальних факторів сталого функціонування ТОВ «***», оскільки ґрунт виступає головним засобом виробництва у рослинництві. Для зони Західного Лісостепу, де розташоване господарство, характерні темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти, що відзначаються середнім рівнем природної родючості, помірною забезпеченістю поживними речовинами та потребою у збереженні органічної речовини.

Серед основних екологічних загроз для земель господарства можна виділити зниження вмісту органічної речовини, ущільнення ґрунту через інтенсивне використання техніки, розвиток водної та вітрової ерозії на окремих ділянках, особливо при порушенні культурообігу [18]. Для покращення ґрунтового середовища важливим є впровадження сівозмін з обов'язковим використанням бобових культур, застосування сидератів,

частковий перехід до мінімального або мульчувального обробітку, а також використання органічних добрив для стабілізації балансу гумусу.

Земельні ресурси господарства потребують регулярного моніторингу з метою визначення довгострокових тенденцій зміни їхньої родючості, що дозволить формувати науково обґрунтовану стратегію управління ґрунтом відповідно до вимог екологічної безпеки.

5.2. Охорона водних ресурсів

Водні ресурси є чутливою екологічною складовою, яка зазнає впливу внаслідок сільськогосподарської діяльності. При вирощуванні озимої пшениці важливо мінімізувати надходження забруднювальних речовин у поверхневі та підземні води. Основними джерелами потенційного забруднення є мінеральні добрива, засоби захисту рослин, залишки паливно-мастильних матеріалів та поверхневий стік з орних земель.

У межах ТОВ «***» питання охорони водних ресурсів передбачає встановлення санітарно-захисних зон навколо водойм, упорядкування місць зберігання хімічних препаратів, організацію герметичних майданчиків для заправки техніки та дотримання технологічних регламентів під час внесення добрив [7]. З метою запобігання вимиванню азотних сполук важливо дотримуватися рекомендованих строків удобрення, уникати надлишкового внесення азоту восени та контролювати внесення добрив на полях зі значним ухилом.

Особливої уваги потребує система збору і переробки стічних вод. Наявність фільтраційних полів та локальних споруд очищення дозволяє суттєво зменшити техногенне навантаження на водні об'єкти. Регулярний моніторинг якості води та дотримання екологічних нормативів є необхідною умовою екологічно безпечного ведення рослинництва.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Сільськогосподарське виробництво вносить вагомий вклад у формування атмосферного забруднення, особливо через роботу двигунів внутрішнього згоряння, випаровування аміаку та інших газоподібних сполук. ТОВ «***» у процесі вирощування озимої пшениці використовує трактори, комбайни, ґрунтообробну техніку, що є джерелами викидів окислів азоту, оксиду вуглецю, діоксиду сірки та вуглеводнів.

Забезпечення охорони повітря передбачає дотримання регламентів роботи техніки, застосування якісного пального, регулярне технічне обслуговування машин та впровадження точного землеробства, що дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю. Важливим напрямом є також зменшення пилових викидів, що виникають при обробі ґрунту, збиранні врожаю та транспортуванні зерна.

Оптимізація системи удобрення сприяє зниженню викидів аміаку та парникових газів. Використання інгібіторів нітрифікації, дробного внесення азоту та технологій локального удобрення дозволяє зменшити втрати азоту і тим самим знизити викиди в атмосферу.

5.4. Охорона флори і фауни

Агроландшафти підприємства є середовищем проживання значної кількості видів рослин і тварин, тому їхнє збереження є важливою складовою екологічної стратегії. Інтенсифікація виробництва, використання пестицидів та зменшення площ природної рослинності можуть призвести до зменшення біорізноманіття.

ТОВ «***» приділяє увагу збереженню природних елементів ландшафту, таких як лісосмуги, заплави, прибережні захисні смуги, що виконують функцію стабілізаторів екосистеми. Раціональна система захисту

рослин передбачає застосування пестицидів лише за економічного порогу шкодочинності, використання препаратів з низькою токсичністю для ентомофауни, а також впровадження інтегрованого захисту.

Важливим напрямом охорони фауни є збереження популяцій корисних комах-запилювачів та хижих видів, які природно регулюють чисельність шкідників. Для цього слід обмежувати обробки у період цвітіння, дотримуватися регламентів застосування інсектицидів і підтримувати біорізноманіття польових екотопів.

5.5. Екологічні умови доцільного застосування мінеральних добрив у вирощуванні озимої пшениці

Застосування мінеральних добрив є одним із ключових чинників формування продуктивності озимої пшениці, проте неправильне використання добрив може спричинити деградацію ґрунтів, забруднення водних ресурсів і атмосферного повітря. Тому екологічно безпечне застосування добрив є обов'язковою умовою інтенсифікації виробництва.

Система удобрення має передбачати поєднання мінеральних і органічних добрив. Внесення перегною, соломи або сидератів дозволяє покращити гумусовий стан ґрунтів і зменшити екологічне навантаження. Уникнення одночасного внесення великих норм азотних добрив значно знижує ризик забруднення водою.

Ефективне управління системою удобрення дозволяє поєднати високу продуктивність озимої пшениці з екологічною відповідальністю та забезпечити збереження агроландшафтів у довгостроковій перспективі.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. У роботі встановлено, що сортові особливості озимої пшениці у поєднанні з рівнем удобрення визначають формування біометричних показників і кінцеву продуктивність. На контролі середня урожайність становила: Магнітка – 5,45 т/га, Рапсодія – 5,32 т/га, Злата – 5,18 т/га, що значно нижче порівняно з удобреними варіантами.

2. Застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило підвищення урожайності на 0,76–0,99 т/га, тоді як повна система удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ збільшувала врожай на 1,30...1,65 т/га. Максимальні значення отримано у сортів Рапсодія (6,97 т/га) і Магнітка (6,85 т/га).

3. Структурні елементи урожаю істотно змінювалися під впливом удобрення: коефіцієнт кущення зростав з 1,18...1,24 на контролі до 1,43...1,51 при $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, довжина колоса – з 7,8...8,3 см до 9,2...9,8 см, маса 1000 зерен – з 39–41 г до 45...48 г. Показники озерненості підвищувалися в середньому на 6...12 зерен на колос.

4. Розрахунок економічних показників засвідчив, що найвищий прибуток і рентабельність забезпечує система $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, де прибуток становить 30,4...32,8 тис. грн/га, а рентабельність перевищує 190–205%. Зростання економічної віддачі обумовлено значним приростом урожайності та оптимальним співвідношенням додаткових витрат і доходу..

5. При застосуванні $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ виручка зростала до 47950...48790 грн/га. Витрати становили 13000 грн/га (контроль), 14500 грн/га (NPK), 16000 грн/га (NPK+N). Прибуток у кращих варіантах досягав 30410...32790 грн/га.

6. Розрахована рентабельність підтвердила економічну перевагу інтенсивної системи удобрення. При застосуванні $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ рентабельність становила – Магнітка – 199,7%, Рапсодія – 204,9%, Злата – 190,1%, що суттєво вище контролю (178...193%).

7. Енергетична ефективність вирощування озимої пшениці підвищувалась зі збільшенням рівня удобрення – коефіцієнт енергетичної

ефективності зростав з 2,8...3,0 на контролі до 3,6...3,9 при повному удобренні. Сумарні енерговитрати зростали на 12...15%, але енергетичний вихід на 25...31%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для забезпечення максимальної продуктивності в умовах ТОВ «***» Рівненської області рекомендовано застосовувати систему $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, яка забезпечує стабільний приріст урожайності 1,3...1,6 т/га, додатковий прибуток 6...8 тис. грн/га порівняно з NPK та рентабельність 190...205%.

2. За економічною ефективністю найкращі результати забезпечує озима пшениця сорту Рапсодія при застосуванні повного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, що дало виробництво валової продукції на суму 48790 грн/га, чистий прибуток 32790 грн/га та рентабельність 204,9%. Дещо нижчі, але стабільно високі показники отримано у сорту Магнітка, який сформував виручку 47950 грн/га, прибуток 31950 грн/га та рентабельність 199,7%. Для умов господарств із обмеженим внесенням добрив доцільним є використання сорту Злата, який забезпечує економічно виправдану окупність добрив (рентабельність 190,1%) при виручці 46410 грн/га та прибутку 30410 грн/га. Таким чином, найбільш доцільним для інтенсивних технологій вирощування є поєднання високопродуктивних сортів Рапсодія та Магнітка із системою удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$, що гарантує максимальний економічний ефект і стабільну продуктивність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрохімічний атлас ґрунтів України / за ред. О. Г. Тараріко. Київ : Урожай, 2013. 184 с.
2. Бабич А. О., Козаченко М. Р. Генетичні маркери продуктивності пшениці озимої. Селекція і насінництво. 2019. № 115. С. 122–130.
3. Бабічев В.В. Охорона праці та технічна безпека. В.В. Бабічев, Г.Ф. Сорокін. К., 1996. 224 с.
4. Бедрій Я.І., Джширей В.С., Кисидюк А.Л. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник для вузів. Львів, 1999. 238 с.
5. Беліков О. В., Ільїн В. В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: Навч. посібник. К.: Каравела, 2019. 272 с.
6. Білоусова З. В., Кліпакова Ю. О., Кенєва В. А. Особливості пігментного комплексу рослин пшениці озимої залежно від системи удобрення. Plant and Soil Science. 2021. Т. 12, № 3. С. 7–16.
7. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи екології: Підручник. К.: Знання, 2010. 276 с.
8. Борисенко О. А. Особливості перезимівлі озимих культур у кліматичних умовах України. Праці УкрГМЦ. 2020. № 12. С. 41–49.
9. Бортник С. І., Хоменко І. В. Система захисту озимої пшениці в умовах інтенсифікації виробництва. Захист і карантин рослин. 2020. № 12. С. 17–25.
10. Бублик Л. І., Каленська С. М. Адаптивні технології вирощування озимої пшениці в Україні. Зернові культури. 2021. Т. 5, № 2. С. 45–53.
11. Волощук І. С., Ройко Н. В. Оцінка пшениці озимої за показниками якості зерна в умовах правобережного Лісостепу. Миронівський вісник. 2018. Вип. 5. С. 65–72.

12. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Реакція сортів пшениці озимої на різний агрофон у Степу України. Збірник наукових праць ХНАУ. 2017. Вип. 2. С. 56–63.
13. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В. Наростання біомаси та розвиток рослин пшениці озимої залежно від сорту й умов вирощування. Вісник ЖНАЕУ. 2015. № 2. С. 77–83.
14. Гандзюк М. П., Желібо Є. П. Охорона праці: Підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2013. 248 с.
15. Глива В. В. Формування продуктивності пшениці озимої в умовах тимчасового дефіциту вологи. Корми і кормовиробництво. 2019. № 88. С. 74–81.
16. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. К.: ІСДО, 1993. 252 с.
17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Черно О. Д. Вміст вітамінів у зерні пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення. Вісник Уманського національного університету садівництва. Серія «Агрономія». 2019. № 2(3). С. 3–6.
18. Гродзінський М. Д., Величко В. А., Бойко В. М. Основи екології та охорони довкілля: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2014. – 312 с.
19. Гуторов О.І. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. Х.: ХНАУ, 2017. 272 с.
20. Даниленко А. С., Бойко В. В. Сортіві технології вирощування пшениці озимої у сучасному землеробстві. Український аграрний журнал. 2022. № 4. С. 33–41.
21. Данильян О.Г. Данильян О.Г., Дзьобань О.П. Організація та методологія наукових досліджень : навч. посіб. Харків : Право, 2017. 448 с.
22. Дегодюк С. Е., Мулярчук А. О. Урожайність та енергетична ефективність в агроценозі пшениці озимої за різних систем удобрення в умовах північної частини Лісостепу. Агробіологія. 2023. № 2. URL:

<https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/uk/content/urozhaynist-ta-energetychna-efektyvnist-v-agrocenozi-pshenyci-ozymoyi-za-riznyh-system> (дата звернення: 04.10.2025).

23. Дем'яненко Б. І., Горбань Л. В. Основи охорони праці: Підручник. Львів: Світ, 2016. 256 с.

24. Діденко Ю. О., Войтенко С. Л. Продуктивність сортів пшениці озимої в умовах центральної України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 19–27.

25. Діора В.Г. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.

26. Дмитришин О. М., Морозюк С. С. Охорона навколишнього середовища та раціональне природокористування: Навч. посібник. Львів: Афіша, 2018. 290 с.

27. Доспєхов Б. О. Методика польового досліджу (з основами статистичної обробки результатів досліджень). 5-те вид., перероб. і доп. Київ : Агропромвидав, 1985. 351 с.

28. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

29. Живлення та захист посівів озимої пшениці. Агробізнес сьогодні. 2019. № 21. С. 30–33. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/14488-zhyvlennia-ta-zakhyst-posiviv-ozymoi-pshenytsi.html> (дата звернення: 04.08.2025).

30. З яким добривом сіяти озиму пшеницю? Agronom.com.ua. 2021. URL: <https://agronom.com.ua/z-yakym-dobryvom-siyaty-ozymu-pshenytsy> (дата звернення: 13.11.2025).

31. З якими добривами сіяти озиму пшеницю. Systopt.com. 2021. URL: <https://systopt.com.ua/articles/473-ozima-pshenytsya-z-yakymy-dobryvamy-siyaty> (дата звернення: 15.08.2025).

32. Іванців В. В., Мельничук Л. В. Адаптація технології вирощування до сортових особливостей пшениці озимої. Науковий вісник ЛНАУ. 2023. № 27. С. 72–80.
33. Івчук С. В. Вплив оптимізації системи удобрення на зернову продуктивність та енергетичну ефективність польової сівозміни. Агробіологія. 2018. № 1. С. 84–91.
34. Ільченко М. М., Тарасенко В. В. Урожайність сортів пшениці озимої за різних рівнів мінерального живлення. Вісник ЛНАУ. 2019. № 26. С. 52–58.
35. Інтенсивні технології вирощування зернових культур в Україні / за ред. В. Ф. Петриченка. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 256 с.
36. Каленська С. М., Бугайов О. В. Продуктивність сортів озимої пшениці залежно від технологічних факторів. Вісник аграрної науки. 2020. № 7. С. 22–29.
37. Кірчук Є. І., Алексеєнко Є. В. Дослідження ефективності генетичних систем стійкості, різного походження, до бурої іржі в процесі селекції пшениці м'якої озимої // Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 178–182. doi:10.32848/agrar.innov.2023.18.24
38. Коваленко Л. В., Шевченко Л. М. Параметри адаптивності сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. Селекція і насінництво. 2016. № 109. С. 56–63.
39. Ковтуненко В. І., Гончар О. А. Диференційований підхід до удобрення озимої пшениці на основі NDVI-моніторингу. Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 99–107.
40. Коковіхін С. В., Литвиненко О. О. Реакція сортів пшениці озимої на різні рівні азотного живлення у Південному Степу. Агрохімія і ґрунтознавство. 2018. № 89. С. 91–98.
41. Колесник І. М. Екологічна пластичність сортів пшениці озимої в умовах Полісся. Agrology. 2021. Т. 4, № 2. С. 105–112.

42. Корнійчук О. В., Теслюк С. В. Ефективність сортів пшениці озимої в зоні Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2017. № 10. С. 43–49.
43. Коткова Т. М., Довбиш Л. Л. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність озимої пшениці за різного рівня мінерального живлення. Ukrainian Journal of Natural Sciences. 2023. № 3. С. 176–185.
44. Литвиненко М. А. Сучасні сорти озимої пшениці та їх реакція на агротехнічні заходи. Київ : Аграрна наука, 2018. 254 с.
45. Литвиненко О. О., Гречкосій В. Д. Варіабельність якісних показників зерна сортів пшениці озимої. Харчова промисловість. 2020. № 2. С. 14–20.
46. Лихочвор В. В. Рослинництво. Інноваційні технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 412 с.
47. Лихочвор, В., Косилович, Г. та Андрушко, О. (2022). Вплив елементів живлення на врожайність озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу України. Вісник ЛНУП: Агрономія, 26, 51–58. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.051>
48. Лозінський М. В., Зінченко О. І., Бондар О. М. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності сортів пшениці озимої в умовах України. Таврійський науковий вісник. 2024. Вип. 126. С. 14–22.
49. Методичні вказівки з економічної оцінки інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Урожай, 1986. 78 с.
50. Методичні рекомендації щодо застосування мікродобрив у технологіях вирощування зернових культур. Київ : ПА НААН, 2019. 32 с.
51. Мірошніченко М. М., Звонар А. М. Вплив погодних умов та сортових особливостей на формування врожайності пшениці озимої в умовах Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 2. С. 23–31.
52. Мойсенко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища освіта, 2004. 320 с.

53. Мороз В. П., Ковальчук А. В. Прецизійні системи удобрення в технології вирощування зернових культур. Аграрна економіка. 2021. № 3. С. 68–75.
54. Оптимізація азотного живлення рослин пшениці озимої в умовах правобережного Лісостепу : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ : НУБіП України, 2024. 20 с.
55. Осокіна Н. М., Стародуб О. Д. Вміст мікроелементів у зерні пшениці м'якої озимої за різних доз і систем удобрення. Аграрні інновації. 2022. № 14. С. 87–93.
56. Паламарчук В. Д., Кравченко Н. М. Зимостійкість і виживання рослин озимих культур. Вісник Уманського НУС. 2019. № 1. С. 60–66.
57. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Урожайність сучасних сортів пшениці озимої залежно від попередника та умов вирощування. Вісник ПДАА. 2019. № 1. С. 112–119.
58. Писаренко П. В., Писаренко В. М. Реакція сортів пшениці озимої на агрофон вирощування. Вісник ПДАА. 2016. № 3. С. 17–24.
59. Примак І. Д. Зимостійкість сучасних сортів пшениці озимої в умовах Лісостепу. Харківський аграрний вісник. 2021. № 3. С. 25–32.
60. Ратошнюк С. М. Реакція сортів пшениці озимої на строки сівби в умовах Лісостепу. Наукові горизонти. 2022. № 8. С. 44–52.
61. Риженко О. О. Асоціативний аналіз ознак продуктивності сортів пшениці озимої. Сучасні напрями селекції. 2017. № 4. С. 30–36.
62. Сівба озимих культур з рідкими комплексними добривами Blauphos. Agronom.com.ua. 2021. URL: <https://agronom.com.ua/sivba-ozymyh-kultur-z-ridkymy-kompleksnymy-dobryvamy-blauphos> (дата звернення: 14.07.2025).
63. Смірнова І. В. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від передпосівної обробки та агрофону вирощування: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 2021. 22 с.

64. Тищенко О. В. Структурні елементи врожаю нових сортів пшениці озимої. Полтавський вісник аграрної науки. 2020. № 2. С. 58–65.
65. Ткаченко А. О. Стійкість сортів пшениці озимої до вилягання на різному фоні живлення. Аграрний вісник Причорномор'я. 2018. № 98. С. 27–33.
66. Фактори впливу на якість зерна пшениці в умовах України та роль азоту. SuperAgronom.com. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/1921-faktori-vplivu-na-yakist-zerna-pshenitsi-v-umovah-ukrayini-ta-rol-azotu> (дата звернення: 12.07.2025).
67. Чорний І. М., Павлюк О. В. Вплив генотипу на інтенсивність накопичення сухої речовини рослин пшениці озимої. Фізіологія рослин і генетика. 2021. Т. 53, № 5. С. 387–397.
68. Шевченко Л. О. Реакція сортів озимої пшениці на температурні стреси. Екологія та ресурси. 2022. № 7. С. 51–59.
69. Шостя А. В., Марініч Л. П. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від умов року та агрофону. Аграрний вісник Причорномор'я. 2021. Вип. 105. С. 38–45.
70. Шувар А. М. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від систем удобрення в умовах Передкарпаття. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 63. С. 161–168.
71. Шувар І. А. Технології вирощування зернових культур в умовах змін клімату. Львів : ЛНУП, 2019. 286 с.
72. Ямковий В. Ю., Ткачук О. О., Михайлюк О. Є. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в Лівобережному Лісостепу України. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 101–107.
73. Ярош А. В., Рябчун В. К., Рябчун Н. І. Адаптивний потенціал короткостеблових генотипів пшениці м'якої озимої. Scientific Horizons. 2024. Т. 27, № 1. С. 45–55.

74. 5 особливостей живлення озимої пшениці. SuperAgronom.com. 2024. URL: <https://superagronom.com/articles/1618-5-osoblivostey-jivlennya-ozimoyi-pshenitsi> (дата звернення: 12.09.2025).

75. Dubovyi V., Petrichenko V. Climate-driven risks and technological solutions for winter wheat cultivation. *Agronomy Research*. 2022. № 20. P. 341–353.

76. Kyrychenko H., Mishchenko T. Winter wheat productivity under modern soil tillage systems. *Ukrainian Journal of Agricultural Sciences*. 2022. № 10. P. 115–124.

77. Olk D. C., Cassman K. G., Schmidt-Roht G. et al. Environmental impacts of intensive fertilizer use in cereal systems and strategies for mitigation // *Advances in Agronomy*. 2021. Vol. 170. P. 73–128. DOI: 10.1016/bs.agron.2021.02.003.

78. Galloway J. N., Leach A. M., Bleeker A. et al. Nitrogen footprint management for sustainable agriculture and reduced water pollution // *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, No. 5. 055002. DOI: 10.1088/1748-9326/ab7d5a.

79. Zhang H., Xu M., Liu Y. et al. Long-term mineral fertilization effects on soil quality, greenhouse gas emissions and crop yield: a global meta-analysis // *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 806. 150543. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150543.

ДОДАТКИ

