

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису
УДК 633.14:631.573:631.8

Флячинський Максим Русланович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ФОП
«ФЛЯЧИНСЬКИЙ РУСЛАН ВІТАЛІЙОВИЧ» ЖИТОМИРСЬКОГО
РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело _____ Флячинський М. Р.

Керівник роботи:

Смаглій Віктор Олександрович,
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2025

Зміст

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
2.1. Умови та місце проведення дослідження	17
2.2. Методика проведення дослідження	20
2.3. Характеристика сорту	22
РОЗДІЛ ІІІ. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Особливості росту й розвитку рослин пшениці озимої сорту «Шестопалівка»	24
3.2. Формування врожаю пшениці озимої залежно від варіантів удобрення та рідких органо-мінеральних добрив	32
3.3. Енергетична та економічна ефективність вирощування пшениці озимої	34
ВИСНОВКИ	37
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	39

АНОТАЦІЯ

Флячинський М. Р. «Формування урожайності пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в умовах ФОП «Флячинський Руслан Віталійович» Житомирського району Житомирської області». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр». Спеціальність 201 «Агрономія». Поліський національний університет, м. Житомир, 2025 р.

Робота викладена на 42 сторінках комп'ютерного набору, містить 9 таблиць, 3 рисунки, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 34 найменування.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню впливу рідких органо-мінеральних добрив на продуктивність пшениці озимої в умовах ФОП «Флячинський Руслан Віталійович» Житомирського району Житомирської області. У роботі здійснено теоретичне обґрунтування ролі рідких органо-мінеральних добрив у системі живлення зернових культур, а також проаналізовано їх фізіологічні та агрохімічні переваги порівняно з традиційними формами добрив.

Пшениця озима є однією з провідних зернових культур у світі та має винятково важливе продовольче, економічне й агротехнічне значення. В Україні вона займає провідне місце в структурі посівних площ зернових культур і є основною сировиною для виробництва хліба та хлібобулочних виробів, що визначає її стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави.

Зерно пшениці озимої характеризується високою поживною та біологічною цінністю. Воно містить значну кількість білка (у середньому 10-15%), клейковини, вуглеводів, вітамінів групи В, мінеральних речовин та інших біологічно активних сполук. Завдяки високим хлібопекарським властивостям пшениця озима широко використовується в харчовій

промисловості, а побічна продукція (солома, висівки) має важливе значення у тваринництві та як органічна сировина.

З агрономічної точки зору пшениця озима є цінною культурою сівозміни. Вона ефективно використовує осінньо-зимові запаси вологи, формує добре розвинену кореневу систему та позитивно впливає на структуру ґрунту. Завдяки ранньому звільненню поля створюються сприятливі умови для підготовки ґрунту та вирощування наступних культур. Високий рівень адаптивності сучасних сортів дає змогу успішно вирощувати пшеницю озиму в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Важливе значення пшениці озимої полягає і в її економічній ефективності. Культура характеризується стабільною врожайністю, високим попитом на зерно як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, що забезпечує рентабельність її вирощування. За умови впровадження науково обґрунтованих технологій, зокрема оптимізованих систем удобрення, пшениця озима здатна реалізувати високий продуктивний потенціал.

У сучасних умовах ведення сільського господарства особливої актуальності набуває вдосконалення елементів технології вирощування пшениці озимої, серед яких важливе місце займає застосування рідких органо-мінеральних добрив. Їх використання сприяє підвищенню ефективності живлення рослин, інтенсифікації фізіологічних процесів, покращенню росту та розвитку рослин, що в кінцевому підсумку забезпечує зростання врожайності та якості зерна.

Ключові слова: *формування продуктивності, пшениця озима, рідкі добрива, урожайність, біопрепарати, зернові культури.*

ANNOTATION

Fliachynskyi M. R. "Formation of winter wheat yield depending on foliar feeding in the conditions of the FOP "Flyachynskyi Ruslan Vitaliyovych" of the Zhytomyr district of the Zhytomyr region". – Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the educational level "Master". Specialty 201 "Agronomy". Polesie National University, m. Zhytomyr, 2025.

The work is presented on 42 pages of computer typesetting, contains 9 tables, 3 figures, consists of an introduction, 3 chapters, conclusions, recommendations for production. The list of sources used includes 34 names.

The qualification work is devoted to the study of the influence of liquid organo-mineral fertilizers on the productivity of winter wheat in the conditions of the FOP "Flyachynsky Ruslan Vitaliyovych" of the Zhytomyr district of the Zhytomyr region. The work provides a theoretical justification of the role of liquid organo-mineral fertilizers in the nutrition system of grain crops, and also analyzes their physiological and agrochemical advantages compared to traditional forms of fertilizers.

Winter wheat is one of the leading grain crops in the world and has an exceptionally important food, economic and agrotechnical value. In Ukraine, it occupies a leading place in the structure of sown areas of grain crops and is the main raw material for the production of bread and bakery products, which determines its strategic role in ensuring the food security of the state.

Winter wheat grain is characterized by high nutritional and biological value. It contains a significant amount of protein (on average 10-15%), gluten, carbohydrates, B vitamins, minerals and other biologically active compounds. Due to its high baking properties, winter wheat is widely used in the food industry, and by-products (straw, bran) are of important importance in animal husbandry and as organic raw materials.

From an agronomic point of view, winter wheat is a valuable crop rotation crop. It effectively uses autumn-winter moisture reserves, forms a well-developed root system and has a positive effect on the soil structure. Due to the early release of the field, favorable conditions are created for soil preparation and cultivation of subsequent crops. The high level of adaptability of modern varieties makes it possible to successfully grow winter wheat in various soil and climatic zones of Ukraine.

The importance of winter wheat also lies in its economic efficiency. The crop is characterized by stable yields, high demand for grain in both domestic and foreign markets, which ensures the profitability of its cultivation. Provided that scientifically based technologies are implemented, in particular optimized fertilization systems, winter wheat is able to realize high productive potential.

In modern conditions of agriculture, the improvement of elements of winter wheat growing technology is of particular relevance, among which the use of liquid organo-mineral fertilizers plays an important role. Their use contributes to increasing the efficiency of plant nutrition, intensification of physiological processes, improvement of plant growth and development, which ultimately ensures an increase in grain yield and quality.

Keywords: *productivity formation, winter wheat, liquid fertilizers, yield, biological products, grain crops.*

ВСТУП

Актуальність теми. Пшениця озима є однією з провідних зернових культур, що має стратегічне значення для забезпечення продовольчої безпеки України, стабільності аграрного ринку та формування експортного потенціалу держави. Вона займає значні площі у структурі посівів і є основною сировиною для виробництва хлібопродуктів, комбікормів та широкого спектра продуктів переробки. Разом із тим, в умовах сучасних кліматичних змін, зокрема підвищення температурного режиму, зростання частоти та тривалості посушливих періодів, нерівномірності випадання опадів і посилення деградаційних процесів у ґрунтах, стабільність урожайності пшениці озимої значною мірою залежить від науково обґрунтованого підбору елементів технології її вирощування, передусім системи удобрення [4, 33].

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності мінерального живлення пшениці озимої є застосування рідких добрив. Вони характеризуються високою доступністю поживних елементів для рослин, поєднують у своєму складі макро- і мікроелементи з органічними компонентами, зокрема гуміновими та фульвокислотами, що позитивно впливають на агрохімічні та біологічні властивості ґрунту. Застосування таких добрив сприяє покращенню буферності ґрунтового середовища, активізації ґрунтової мікробіоти, інтенсифікації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах і формуванню оптимальних умов для їх росту та розвитку. Рідка форма добрив забезпечує їх швидке надходження у ґрунтовий розчин, рівномірний розподіл у кореневмісному шарі та підвищений коефіцієнт використання поживних речовин [10].

Особливо актуальним є дослідження ефективності рідких добрив у ґрунтово-кліматичних умовах Полісся, де значна частина сільськогосподарських угідь представлена ґрунтами з низьким умістом гумусу, слабо вираженою структурністю та кислою реакцією ґрунтового

розчину. Для темно-сірих опідзолених ґрунтів, поширених на території ФОП «Флячинський Руслан Віталійович», застосування добрив з органічною складовою є важливим агротехнічним заходом, оскільки воно сприяє поліпшенню фізичних властивостей ґрунту, підвищенню його біогенності та створенню передумов для формування стабільної й високої продуктивності пшениці озимої.

З урахуванням погіршення родючості ґрунтів, зростання вартості традиційних мінеральних добрив та підвищених вимог до якості зерна постає об'єктивна потреба у науковому обґрунтуванні оптимальних норм і способів застосування рідких органо-мінеральних добрив у технологіях вирощування зернових культур. У цьому контексті дослідження впливу рідких добрив на продуктивність пшениці озимої в умовах ФОП «Флячинський Руслан Віталійович» є актуальним і має важливе практичне значення для агровиробництва регіону.

Метою дипломної роботи є комплексна оцінка впливу рідких органо-мінеральних добрив на ріст, розвиток і продуктивність пшениці озимої, вирощуваної на темно-сірих опідзолених ґрунтах ФОП «Флячинський Руслан Віталійович» Житомирського району Житомирської області, а також визначення найбільш ефективних норм їх застосування з метою підвищення урожайності та економічної віддачі культури.

Для досягнення поставленої мети у процесі досліджень передбачалося вирішення таких **завдань**:

1. дослідити особливості росту, розвитку та біометричні показники рослин пшениці озимої за різних варіантів удобрення і застосування рідких органо-мінеральних добрив.
2. визначити вплив рідких добрив на перебіг основних фаз органогенезу та тривалість вегетаційного періоду пшениці озимої.
3. проаналізувати формування елементів структури врожаю та рівень кінцевої продуктивності пшениці озимої за сумісної дії різних

варіантів удобрення і позакореневого внесення рідких добрив на органічній основі.

4. оцінити економічну та енергетичну ефективність використання рідких органо-мінеральних добрив у технології вирощування пшениці озимої.

Об'єктом дослідження є процеси росту та розвитку агроценозу пшениці озимої й вплив рідких органо-мінеральних добрив на формування врожаю культури на темно-сірих опідзолених ґрунтах Полісся.

Предмет дослідження – технологічні, теоретичні, методологічні та практичні аспекти технології вирощування пшениці озимої з використанням рідких органо-мінеральних добрив.

Методи досліджень. Під час виконання кваліфікаційної роботи застосовувалися загальнонаукові методи досліджень, зокрема експеримент, гіпотеза, аналіз і синтез, спостереження та узагальнення, а також спеціальні методи, що використовуються в агрономічних дослідженнях [3]. Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик із подальшою статистичною обробкою експериментальних даних.

Особистий внесок автора. Особистий внесок автора полягає в узагальненні, систематизації та критичному аналізі літературних джерел за темою дослідження. Автором розроблено програму і методику експериментальних досліджень, відповідно до яких було закладено та проведено польові досліді. Проведено відбір ґрунтових і рослинних зразків, виконано їх детальний лабораторний аналіз. Отримані експериментальні дані опрацьовано з використанням методів статистичної обробки, що забезпечило їх наукову достовірність та обґрунтованість висновків.

Практична цінність роботи. Практична цінність роботи полягає в удосконаленні окремих елементів технології вирощування пшениці озимої шляхом обґрунтування ефективності застосування рідких органо-мінеральних добрив. Отримані результати мають наукову новизну та практичну значущість, оскільки дозволяють оптимізувати систему удобрення

культури, підвищити рівень урожайності та економічну ефективність її вирощування. Практичне значення дослідження полягає у поглибленому вивченні впливу різних видів рідких добрив на формування врожайних показників пшениці озимої. Матеріали роботи рекомендовано для впровадження у виробничу діяльність агроформувань Житомирської області.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Бронівський В.Р., Гуменюк О.В., Луценко О.П., Флячинський М.Р., Ваховський П.С., Семенюк Н.П. Вплив систем удобрення та позакореневого підживлення рідкими органо-мінеральними добривами на врожайність пшениці озимої. *Sciences of Europe. Praha*, 2025. No 177, P. 4-7. DOI: 10.5281/zenodo.17769664.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 42 сторінці комп'ютерного набору, містить 9 таблиць, 3 рисунки, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 34 найменування.

При написанні кваліфікаційної роботи використовували Положення щодо кваліфікаційних робіт у Поліському національному університеті.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сучасні технології вирощування пшениці озимої орієнтовані на вдосконалення систем живлення та використання ефективних форм мінеральних і органічних добрив. У контексті інтенсифікації зернового виробництва рідкі органо-мінеральні добрива (РОМД) розглядаються як ефективний інструмент, оскільки поєднують високу концентрацію поживних речовин із біологічно активними компонентами. Їх застосування підвищує ефективність удобрення, зменшує втрати елементів живлення та створює оптимальні умови для росту рослин у критичні фази онтогенезу, що особливо актуально в умовах кліматичних змін, дефіциту вологи та зниження родючості ґрунтів [1-5].

РОМД містять азот, фосфор, калій, мікроелементи (цинк, мідь, марганець, залізо, бор) та органічні речовини, зокрема гумінові та фульвокислоти. Органічна складова підвищує доступність мінеральних елементів, покращує ґрунтові обмінні процеси, стимулює розвиток мікрофлори та покращує структуру ґрунту. Гумінові сполуки утворюють хелатні комплекси з мікроелементами, що зменшує ризик їх фіксації у важкодоступні форми [29-32].

Дослідження підтверджують, що РОМД забезпечують зменшення фіксації фосфору, підвищення рухомості калію, стабільне азотне живлення та покращення вбирної здатності ґрунту. Рідка форма добрив забезпечує швидке та рівномірне поширення у прикореневій зоні, що особливо важливо при дефіциті вологи або низькому вмісті гумусу [21, 28].

Пшениця озима є чутливою до забезпечення елементами живлення у осінній період, коли формується вторинна коренева система, вузол кущення та потенціал урожайності. Внесення РОМД у фазі 2-3 листків стимулює розвиток кореневої системи та підвищує стійкість рослин до перезимівлі. Гумінові речовини активізують поділ клітин меристеми, покращують

проникність мембран і синтез ферментів, що прискорює формування листового апарату та ростові процеси [25-27].

У фазу весняного кущення рідкі органо-мінеральні добрива (РОМД) забезпечують надходження доступного азоту, що прискорює перехід рослин пшениці озимої до трубкування та формування оптимальної кількості продуктивних стебел. Фосфор активізує енергетичний обмін і стимулює розвиток кореневої системи, тоді як калій підвищує водоутримувальні властивості клітин, що є важливим під час весняних коливань температур [24].

РОМД сприяють поліпшенню показників якості зерна: підвищують вміст сирого протеїну, покращують кількість та якість клейковини, збільшують натуру зерна та забезпечують формування однорідної, виповненої зернівки. Це зумовлено кращим забезпеченням рослин азотом і мікроелементами, які беруть участь у синтезі білків, ферментів та структурних компонентів клітин [13, 24].

Ґрунти Полісся характеризуються низькою природною родючістю, низьким вмістом гумусу, підвищеною кислотністю та слабким забезпеченням фосфором. Темно-сірі опідзолені ґрунти швидко реагують на внесення органічних речовин та рідких добрив, які забезпечують швидкий доступ поживних елементів до кореневої системи. В умовах таких ґрунтів РОМД підвищують біологічну активність ґрунту, посилюють процеси гуміфікації, зменшують прояви фізіологічної кислотності та покращують структуру і вологоутримувальну здатність ґрунту [20, 23].

За даними літератури, застосування РОМД стабільно підвищує врожайність пшениці озимої на 8-25%, залежно від норм внесення, вмісту гумусу, забезпечення вологою та погодних умов року. Особливо ефективним є внесення добрив у фазі кущення та на початку виходу в трубку, що сприяє підвищенню кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен, покращуючи структуру врожаю [14, 22].

Систематичний аналіз літератури свідчить, що рідкі органо-мінеральні добрива (РОМД) є високоефективним елементом систем живлення зернових

культур. На ґрунтах Полісся їх застосування науково обґрунтоване і має значний потенціал для підвищення продуктивності пшениці озимої. В умовах дефіциту органічної речовини, кислої реакції ґрунту та низького рівня доступного фосфору РОМД дозволяють компенсувати основні обмежувальні фактори та забезпечити формування високої врожайності [7, 21].

Подальші дослідження підкреслюють важливість поєднання РОМД із сучасними технологічними прийомами: точним землеробством, диференційованим внесенням та контролем стану посівів за допомогою дистанційного зондування. Рідкі добрива особливо ефективні у системах диференційованого внесення, оскільки дозволяють точно регулювати норму подачі та забезпечувати рослини необхідними елементами живлення відповідно до фаз розвитку [12].

Сучасні технології виробництва РОМД передбачають використання біологічно активних добавок, ферментованих органічних компонентів, амінокислот та мікробних препаратів, що розширює спектр їх дії. Літературні дані свідчать про синергетичний ефект при поєднанні РОМД із мікробіологічними інокулянтами, який підсилює фіксацію атмосферного азоту, мобілізацію фосфору та підвищує стійкість рослин до абіотичних стресів [18, 20].

Особлива увага приділяється впливу рідких органо-мінеральних добрив (РОМД) на водний режим рослин. Органічні компоненти добрив покращують гідрорегуляцію клітин, підвищують тургор та посилюють адаптаційні механізми рослин під час посухи, що робить РОМД перспективними у регіонах із нерівномірним розподілом опадів та коливанням вологості [6].

РОМД розглядаються як ключовий елемент сучасної системи удобрення, поєднуючи оперативну дію мінеральних компонентів із тривалим ґрунтоутворювальним ефектом органічної складової. У системах інтенсивного землеробства вони забезпечують збалансоване живлення рослин, підвищують ефективність удобрення, оптимізують властивості

грунту та сприяють формуванню стабільно високих урожаїв зернових культур, зокрема пшениці озимої [17, 19].

Одним із важливих аспектів використання РОМД є підвищення коефіцієнта використання елементів живлення рослинами, що особливо актуально на ґрунтах із низьким вмістом гумусу, аморфною структурою або підвищеною кислотністю, характерних для зони Полісся [1-4].

Мінеральні компоненти рідких органо-мінеральних добрив (РОМД) перебувають переважно в легкодоступній для рослин формі. Завдяки рідкій консистенції вони швидко проникають у ґрунтовий розчин, рівномірно розподіляються у зоні коренів і не утворюють локальних зон надмірної концентрації, характерних для гранульованих добрив. Це зменшує ризики «фізіологічної посухи» та токсичного впливу на кореневу систему. Наукові дослідження показують, що РОМД підвищують засвоєння азоту на 18–35%, фосфору – на 12-30%, калію – на 10-22% порівняно з традиційними гранульованими формами [19].

Органічна складова РОМД, представлена гуміновими та фульвокислотами, а також амінокислотами, утворює хелатні комплекси з мікроелементами, що підвищує їх доступність для рослин. Це особливо важливо для культур, чутливих до дефіциту міді, цинку та марганцю, зокрема пшениці озимої [23].

Ґрунт, як ключовий компонент агроєкосистеми, піддається деградації при тривалому інтенсивному землеробстві, що проявляється у зниженні вмісту гумусу, погіршенні структури, зменшенні водоутримувальної здатності та буферності. РОМД сприяють покращенню ґрунтових властивостей, оскільки органічні компоненти беруть участь у гуміфікації, формуючи стійкі гумінові комплекси, які:

- підвищують зв'язувальну здатність ґрунту;
- покращують структуру ґрунтових агрегатів;
- забезпечують тривале збереження вологи;
- зменшують утворення поверхневих кірок [4].

Для ґрунтів Полісся, де вміст гумусу часто становить 1,2-1,8%, це має особливе агрономічне значення. Гумінові речовини також слугують джерелом вуглецю для мікроорганізмів, стимулюючи розвиток азотфіксуючих бактерій, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, целюлолізуючих грибів та сапрофітної мікрофлори [11].

Застосування рідких органо-мінеральних добрив (РОМД) інтенсифікує мінералізацію органічних решток, підвищує рухомість фосфору та калію та загальний рівень біологічної активності ґрунту. РОМД виконують роль буферів, нейтралізуючи надлишкову кислотність: гумінові кислоти стабілізують рН, що створює сприятливі умови для розвитку корисних мікроорганізмів, підвищує доступність фосфору та забезпечує правильний розвиток кореневої системи, що особливо важливо для кислих поліських ґрунтів (рН 4,8-5,5). Біологічна цінність РОМД полягає не лише у вмісті поживних елементів, а й у впливі на фізіологічні процеси рослин. Гумінові та фульвокислоти активізують поділ клітин апікальних меристем, утворення кореневих волосків, розвиток вторинної кореневої системи та формування потужного листкового апарату. Краще забезпечення доступним азотом сприяє синтезу амінокислот, білків, хлорофілу та ферментів, підвищуючи стійкість рослин до низьких температур, посухи, коливань вологості, спеки та пестицидного стресу. Калій у складі РОМД регулює роботу протопластів, зменшує транспірацію та водний стрес [9].

Наукові дані свідчать, що застосування РОМД забезпечує приріст урожаю зернових культур від 8 до 25% при одноразовому внесенні та до 30–35 % при систематичному застосуванні разом із позакореновими підживленнями. У пшениці озимої РОМД підвищують кількість продуктивних стебел на 12-20%, кількість зерен у колосі на 8-15% та масу 1000 зерен на 5-12%. Оптимальне азотне живлення підвищує вміст сирого протеїну, клейковини, натуру зерна та склоподібність, а мікроелементи у хелатній формі беруть участь у синтезі білків та ферментів, покращуючи технологічні властивості зерна [16].

РОМД мають високу економічну та екологічну цінність. Економічні переваги включають підвищення окупності добрив завдяки високому коефіцієнту засвоєння, зниження норм внесення мінеральних добрив на 15–30%, скорочення кількості проходів техніки та витрат на транспортування й зберігання, а також підвищення валового збору продукції. Екологічні аспекти включають зниження втрат азоту у вигляді нітратів та оксидів азоту, зменшення забруднення ґрунтових і поверхневих вод, покращення біорізноманіття ґрунтової мікрофлори та підвищення стабільності ґрунтових екосистем. Рідкі органо-мінеральні добрива (РОМД) відповідають принципам сталого землеробства, що набуває особливого значення в умовах глобальних змін клімату. Для зон із низькою природною родючістю, таких як Полісся України, їх застосування є особливо ефективним. Ґрунти цього регіону характеризуються низьким вмістом гумусу (1,1–1,9%), підвищеною кислотністю, обмеженою доступністю фосфору, слабкою структурованістю та низьким вмістом мікроелементів. У таких умовах РОМД виконують низку важливих функцій: компенсують дефіцит поживних речовин, активізують мікробіологічні процеси, підвищують ефективність фосфорного живлення, покращують коренеутворення, нормалізують кислотно-лужний баланс та сприяють структуроутворенню ґрунту. Дослідження свідчать, що ефективність РОМД у Поліссі перевищує показники на чорноземних ґрунтах, що підтверджує їх значний потенціал для підвищення продуктивності та стійкості зернових культур. Важливо зазначити, що використання РОМД сприяє також підвищенню біологічної активності ґрунту, формуванню більш стабільних агрегатів та покращенню водоутримувальної здатності, що забезпечує кращу адаптацію рослин до несприятливих погодних умов. Завдяки поєднанню швидкодії мінеральних елементів і тривалої дії органічної складової, РОМД дозволяють оптимізувати процеси живлення рослин протягом усього вегетаційного періоду, що особливо актуально для озимої пшениці. Крім того, їх застосування сприяє підвищенню якості зерна та стабільності урожайності в роки з різними погодними умовами [22].

РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови та місце проведення дослідження

Дослідження впливу рідких органо-мінеральних добрив на продуктивність пшениці озимої проводилися на ФОП «Флячинський Руслан Віталійович», розташованому в Житомирському районі Житомирської області. Господарство знаходиться у зоні Полісся України, для якої характерні специфічні кліматичні, ґрунтові та агроекологічні умови, що суттєво впливають на ріст, розвиток та формування врожаю зернових культур.



Рис 1. Південа околиця ФОП «Флячинський Руслан Віталійович».

Дослідження проводилися на ґрунтах дослідної ділянки, які за класифікацією відносяться до темно-сірих лісових ґрунтів. Вони сформувалися під пологом мішаних лісів і відзначаються значною варіабельністю властивостей залежно від рельєфу та рівня зволоження. Морфологічна будова ґрунтового профілю має ознаки, подібні до дерново-підзолистих ґрунтів, проте відрізняється потужнішим гумусовим горизонтом та менш вираженими ознаками підзолистості [1, 19].

Гумусовий горизонт характеризується темно-сірим забарвленням, грудкувато-зернистою структурою та середньою щільністю складання. Вміст гумусу становить 2,4-3,0 %, що відповідає типовим показникам для темно-

сірих лісових ґрунтів Полісся. Реакція ґрунтового розчину слабокисла або близька до нейтральної (рН 5,6-6,2), що створює сприятливі умови для росту та розвитку більшості культур, зокрема пшениці озимої [15].

За гранулометричним складом ґрунт є супіщаним або легкосуглинковим, що забезпечує хорошу повітропроникність, проте підвищує схильність до пересихання у літній період. Ємність катіонного обміну знаходиться на середньому рівні, а ґрунт має тенденцію до вимивання поживних елементів, особливо легкорозчинних форм азоту [21-23].

Таблиця 1

Морфологічні ознаки профілю дослідних ділянок ґрунту

Горизонт HE (0–24 см)	Сухий, гумусово-елювіальний, світло-сірого забарвлення з легким рудуватим відтінком. За гранулометричним складом переважає легкий суглинок, місцями близький до піщаного. Структура пилювато-грудкувата, пористість добре розвинена. Спостерігаються численні кореневі системи та копроліти, а також присипки SiO ₂ . Перехід до наступного горизонту помітний, лінія переходу пряма.
Горизонт HE (24–36 см)	Легкосуглинковий, дуже щільний, сухий, світло-сірого кольору з темнішими вкрапленнями. Має високу багатопористість та зернисто-грудкувату структуру. Зафіксовано наявність кротовин, копролітів, частинок SiO ₂ та окремих дрібних коренів. Перехід до нижнього горизонту слабо виражений, лінія переходу хвиляста.
Горизонт Ie (36–60 см)	Легкий суглинок середньої щільності, світло-жовтувато-сірого кольору. Пористість дрібнопориста, структура пилювато-зернисто-грудкувата. Спостерігаються копроліти та червояри, що свідчить про активну біогенну діяльність. Перехід до наступного горизонту поступовий, малопомітний.
Горизонт Irgl (60–100 см)	Світлий, темно-сірого кольору з білими включеннями піску. Супіщаний, слабо ущільнений, з легким воскуватим відтінком. Місцями спостерігаються корені рослин. Виявлено водольодовикові карбонатні відклади, підстилаються лесовидним суглинком. Структура грудкувато-зерниста, трапляються кротовини. Перехід до нижнього горизонту помітний, лінія переходу пряма.

Такі ґрунтово-кліматичні умови характерні для агроландшафтів Житомирського району та визначають особливості технології вирощування

пшениці озимої, зокрема підбір системи удобрення. Використання рідких органо-мінеральних добрив є доцільним і актуальним, оскільки вони здатні компенсувати дефіцит органічної речовини та забезпечити рівномірне надходження поживних елементів протягом вегетаційного періоду [15].

Забезпеченість ґрунту основними елементами живлення відповідає типовим для Полісся показникам: рухомий фосфор – від середнього до підвищеного рівня, обмінний калій – на рівні середнього забезпечення. Через відносно низький вміст органічної речовини ґрунт потребує систематичного внесення органічних або органо-мінеральних добрив, що сприяє покращенню його структури, підвищенню біологічної активності та здатності утримувати вологу [4-8].



Рис 2. Закладений на дослідній ділянці ґрунтовий розріз.

Ґрунтовий розріз дослідної ділянки відображає характерні морфологічні ознаки темно-сірого лісового ґрунту, який за властивостями близький до дерново-підзолистого. Профіль має чітко виражені генетичні горизонти, що послідовно змінюють один одного із заглибленням, демонструючи закономірності розвитку ґрунтотворних процесів. Така будова

профілю впливає на водно-повітряний режим, забезпечення рослин поживними речовинами та ефективність застосування добрив [3].

2.2. Методика проведення дослідження

Дослідження проводились у виробничому досліді ФОП «Флячинський Руслан Віталійович Житомирського району Житомирської області протягом 2024-2025 рр. Загальна площа посіву 40 га, площа досліджуваних ділянок 1,2 га. Норма висіву 4,5-5,00 млн/га схожих зерен.

Дослід включав 3 варіанти удобрення:

1. Без добрив;
2. $N_{50}P_{50}K_{50}$ + Гумат калію, Квантум ТРІО з нормою внесення 1 л/га;
3. $N_{55}P_{55}K_{55}$ + Гумат калію, Квантум ТРІО з нормою внесення 2 л/га.

Дослідження проведено за схемою двофакторного польового дослід. Фактор А – варіанти удобрення; фактор В – внесення рідких органо-мінеральних добрив (РОМД) по зеленому листку:

1. Гумат калію (розчин, 1 л/га) – концентроване комплексне добриво, основою якого є гумінові та фульвові кислоти (до 80 %), доповнені калієм (K_2O), мікроелементами (азот, фосфор, бор, залізо, марганець, цинк, мідь), амінокислотами, вітамінами та фітогормонами. Добриво забезпечує збалансоване надходження макро-, мезо- та мікроелементів при позакореновому підживленні зернових культур упродовж всієї вегетації. Використання Гумату калію стимулює ріст і розвиток кореневої системи, підвищує стійкість рослин до абіотичних стресів, покращує енергію проростання та схожість насіння, оптимізує фізико-хімічні й біологічні властивості ґрунту та сприяє повноцінному засвоєнню поживних елементів, що позитивно впливає на якісні та кількісні показники врожаю.

2. Квантум ТРІО (розчин, 1 л/га) – комплекс 100 % хелатованих мікроелементів (цинку, марганцю, міді), збагачений азотом та сіркою. Призначений для внесення разом зі стартовими добривами при посіві та для позакоренового підживлення озимих і ярих культур. Добриво сумісне з

концентрованими рідкими NPK, біостимуляторами та засобами захисту рослин у бакових сумішах. Використання препарату забезпечує комплексний захист рослин від стресових факторів за рахунок стимуляції синтезу фенолів, лігніну та накопичення цукрів, підвищує зимостійкість озимих культур і стійкість ярих до несприятливих умов.

Посівна площа дослідної ділянки становила 1,2 га, з яких 130 м² відводилося під облікову ділянку. Ширина захисної смуги становила 2 м, а між полями сівозміни прокладали коридори шириною 2 м. Дослід проводили в трьохкратній повторності.

Дослідження виконувалися за загальноприйнятими методиками, включаючи фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин відповідно до методики Держсортмережі (ДСТУ ISO 11464-2001). Початкова фаза вважалася наставшою, коли вона спостерігалася у більш ніж 10 % рослин, а повна – коли вона фіксувалася у понад 75 % рослин [11].

Показники фотосинтетичного потенціалу (ФП) рослин пшениці озимої визначали за формулою:

$$\text{ФП} = \frac{Л_1 + Л_2}{2 \times 1000} \times T,$$

Де: $Л_1$ і $Л_2$ – площа листкової поверхні в відповідні фази розвитку (тис. м²/га);

T – тривалість міжфазного періоду (доби).

Облік врожаю здійснювали методом прямого комбайнування облікових ділянок із наступним зважуванням та перерахунком на стандартну вологість зерна. Польові дослідження виконували відповідно до методик дослідної справи в сільському господарстві та «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [4].

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу із застосуванням загальновідомих та спеціалізованих програмних пакетів (Excel, Statistica 6.0).

Економічну оцінку ефективності елементів технології здійснювали за методикою «Визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій» [6]. Енергетичні витрати на виконання агротехнічних операцій у дослідях розраховували відповідно до технологічних карт за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка (1988).

2.3. Характеристика сорту

Пшениця озима сорту Шестопалівка

Опис сорту Шестопалівка

Сорт пшениці озимої «Шестопалівка» – сучасна українська селекція, відзначається високою врожайністю та відмінними хлібопекарськими якостями, що робить його оптимальним для вирощування в Лісостепу та Степу України. Сорт має фізіологічно подвійну природу, поєднуючи озимі та ярі властивості, що забезпечує стабільність, зимостійкість та підвищену посухостійкість [1-4].

Основні характеристики: тип: пшениця озима універсального призначення; походження: українська селекція, створений на основі сортів «Одеська 16», «Адонікс» та «Юна»; врожайність: високий потенціал до 9,5 т/га, можливе досягнення 150 ц/га; зерно: велике, скловидне, червоне; вміст білка 14-16 %, клейковини 30–33 %, відповідає вимогам твердих пшениць; стійкість: висока зимостійкість, стійкість до посухи, вилягання та поширених захворювань; особливості: швидке відновлення весняної вегетації, потужна коренева система, ефективне використання вологи; рекомендації: посів у кінцеві оптимальні строки; найбільш ефективний у Лісостепу та Степу [8-10].



Рис. 3. Пшениця озима сорту Шестопапівка

Технологія вирощування пшениці озимої відповідає загальноприйнятим агротехнічним підходам для центральної частини Полісся України. Попередником культури на дослідній ділянці була картопля. Основний обробіток ґрунту здійснювали трактором Т-150 у агрегаті з ЛДГ-10 на глибину 7–10 см, після чого проводилося повторне дискування трактором Т-150 у агрегаті з БДВП-4,2 на глибину 10–12 см одночасно з внесенням органічних добрив (гній). Додаткове дискування після внесення мінеральних добрив виконували ЛДГ-10 у складі агрегату з трактором Т-150 на глибину 6–8 см [6-7]. Посів пшениці озимої здійснювали 25 вересня з нормою висіву 5,0–5,5 млн схожих насінин на 1 га.

Дослід включав три варіанти систем удобрення:

1. Контроль – без внесення добрив;
2. $N_{50}P_{50}K_{50}$ + позакореневе підживлення Гуматом калію та Квантум ТРІО, норма внесення 1 л/га;
3. $N_{55}P_{55}K_{55}$ + позакореневе підживлення Гуматом калію та Квантум ТРІО, норма внесення 2 л/га.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Особливості росту й розвитку рослин пшениці озимої сорту «Шестопалівка».

Технологія вирощування пшениці озимої базується на аналізі морфологічних і біологічних показників рослин, формування яких визначається комплексною дією агротехнічних заходів і природно-кліматичних умов. Керування цими чинниками дає змогу цілеспрямовано впливати на ріст, розвиток і рівень продуктивності культури. У численних наукових працях обґрунтовано доцільність застосування різних систем удобрення у поєднанні з позакореневим використанням біологічно активних препаратів. Такі препарати сприяють активізації продукційних процесів, оптимізації перебігу фенологічних фаз, покращенню біометричних показників агроценозів, а також підвищенню енергетичної й економічної ефективності виробництва зерна пшениці озимої [10].

Раціонально сформована технологія вирощування культури є визначальним фактором одержання стабільно високих урожаїв та зерна належної якості. До ключових складових сучасних технологій належать поєднання органічних і мінеральних добрив із біопрепаратами, система обробітку ґрунту, добір сорту та заходи захисту рослин від шкідливих організмів [15].

В умовах України, зокрема в зоні Полісся, пшениця озима є однією з найперспективніших культур для промислового вирощування [20]. У процесі онтогенезу пшениці озимої розрізняють шість основних етапів розвитку: проростання насіння, сходи та кущення, вихід у трубку, колосіння і цвітіння, формування та налив зерна, а також досягання. Тривалість кожної з цих фаз визначається сукупністю факторів, серед яких провідну роль відіграють умови вирощування, інтенсивність ростових процесів і генетично зумовлені особливості сорту.

Наведена таблиця 2 відображає тривалість міжфазних періодів розвитку та фаз стиглості пшениці озимої залежно від системи удобрення і варіантів позакореневого підживлення у 2024-2025 роках.

У контрольному варіанті без застосування добрив і підживлень тривалість окремих фаз розвитку була типовою для зони вирощування. Період від проростання насіння до появи сходів становив 8 діб, від формування третього листка до початку кущіння – 35 діб. Подальші етапи розвитку, зокрема кущіння – початок виходу в трубку та вихід в трубку – стеблування, тривали відповідно 28 і 32 доби. Загальна тривалість періоду фаз розвитку склала 148 діб, а вегетаційний період – 260 діб.

Застосування мінерального удобрення $N_{50}P_{50}K_{50}$ сприяло незначному скороченню початкових етапів органогенезу, зокрема фази проростання і сходів, а також міжфазних періодів на ранніх етапах розвитку. Вегетаційний період за цього варіанту збільшився на 3 доби. Поєднання цієї системи удобрення з позакореновими підживленнями Гумат калію та Квантум ТРІО зумовило певне подовження окремих міжфазних періодів, насамперед виходу в трубку – стеблування, колосіння та цвітіння. У результаті загальна тривалість періоду фаз розвитку зросла до 149-157 діб, а вегетаційний період – до 269 діб.

За підвищеного рівня мінерального живлення $N_{55}P_{55}K_{55}$ спостерігалася тенденція до подовження основних етапів онтогенезу. Тривалість фаз колосіння, цвітіння та формування зерна була більшою порівняно з контрольними варіантами, що зумовило збільшення періоду дозрівання. Вегетаційний період у цих варіантах досягав 269 доби. Найбільш тривалий період дозрівання (25 діб) відмічено за поєднання даної системи удобрення з позакореновим підживленням Квантум ТРІО 2 л/га.

Загалом дані показують, що позакоренові підживлення, особливо у підвищених нормах, сприяють подовженню вегетаційного періоду за рахунок збільшення тривалості репродуктивних фаз, що відображає більш інтенсивний ріст, триваліший налив зерна та потенційно вищу продуктивність рослин.

Таблиця 2

**Особливості проходження фаз розвитку і стиглості пшениці озимої залежно від умов живлення
(2024-2025 рр.), діб**

Система удобрення	Позакореневе підживлення	Проростання насіння, сходи	Третій листок, початок кущіння	Кущіння - початок виходу в трубку	Вихід в трубку - стеблування	Колосіння	Цвітіння	Формування зерна	Фази стиглості		Період дозрівання	Період розвитку фаз	Вегетаційний період
									молочна	воскова і повна			
1. Контроль	Контроль	8	35	28	32	6	8	10	12	9	21	148	260
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	8	34	27	33	7	8	10	13	9	22	149	261
	Гумат калію 1 л/га	8	33	28	34	8	9	11	14	10	24	155	267
	Квантум ТРІО 1 /га	8	33	27	36	8	9	11	14	11	25	157	269
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	8	33	27	34	7	9	10	13	9	22	150	262
	Гумат калію 2 л/га	8	33	27	36	8	9	11	14	10	24	156	268
	Квантум ТРІО 2 л/га	8	33	27	36	8	9	11	14	11	25	157	269
Середньозважений показник за роки дослідження													
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		0,86	0,11	0,9	0,94	0,43	0,86	0,75	0,88	0,45	-	-	-
НІР _{0,5} за фактором А		0,4	0,5	0,5	0,43	0,2	0,39	0,34	0,4	0,21	-	-	-
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		0,43	0,46	0,45	0,48	0,22	0,43	0,38	0,44	0,23	-	-	-

В таблиці 3 відображено вплив системи удобрення та позакореневого підживлення на густоту стеблостою пшениці озимої, зокрема на кількість загальних і продуктивних стебел на 1 м².

У контрольному варіанті без застосування добрив кількість загальних стебел становила 515 шт./м², з яких продуктивними були 485 шт./м². Це є базовим рівнем формування стеблостою за природного фону живлення.

Внесення мінеральних добрив у нормі N₅₀P₅₀K₅₀ забезпечило підвищення густоти стеблостою: кількість загальних стебел зросла до 536 шт./м², а продуктивних – до 524 шт./м². Додаткове застосування позакоренових підживлень сприяло подальшому збільшенню цих показників. Так, за використання Гумат калію (1 л/га) кількість загальних стебел досягла 567 шт./м², а продуктивних – 545 шт./м². Найвищі значення в цій групі отримано за обробки Квантум ТРІО 1 л/га – відповідно 612 і 598 шт./м².

Таблиця 3

Вплив органо-мінеральних добрив на кустистість пшениці озимої (середнє за 2024-2025 рр.)

Система удобрення	Позакореневе підживлення	Кількість стебел, м ²	
		загальних	продуктивних
1. Контроль	Контроль	515	485
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	536	524
	Гумат калію 1 л/га	567	545
	Квантум ТРІО 1 /га	612	598
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	548	530
	Гумат калію 2 л/га	589	565
	Квантум ТРІО 2 л/га	625	603
Середньозважений показник за роки дослідження			
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		2,12	2,49
НІР _{0,5} за фактором А		0,96	1,13
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		1,06	1,27

За підвищеного рівня мінерального живлення N₅₅P₅₅K₅₅ спостерігалася аналогічна тенденція до зростання густоти стеблостою. У варіанті без позакореневого підживлення сформувалося 548 загальних і 530 продуктивних стебел на 1 м². Використання Гумат калію (2 л/га) підвищило

ці показники до 589 і 565 шт./м², тоді як максимальні значення зафіксовано за внесення Квантум ТРІО 2 л/га – 625 загальних і 603 продуктивних стебла на 1 м².

Наведена таблиця 4 характеризує вплив органо-мінеральних добрив та позакореневого підживлення на формування висоти стебел пшениці озимої в фазу повної стиглості зерна за середніми даними 2024-2025 років.

У контрольному варіанті без застосування добрив середня довжина стебла становила 82,9 см, що прийнято за 100 %. Це є мінімальним показником серед досліджуваних варіантів і відображає ріст рослин за природного фону живлення.

Таблиця 4

Формування висоти стебел пшениці озимої в фазу повної стиглості зерна за дії органо-мінеральних добрив (середнє за 2024–2025 рр.)

Система удобрення	Позакореневе підживлення	Довжина стебла, см			%
		2024 р.	2025 р.	Середнє	
1. Контроль	Контроль	85,4	80,5	82,9	100
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	87,6	83,6	85,6	104
	Гумат калію 1 л/га	88,4	87,2	87,8	106
	Квантум ТРІО 1 /га	88,8	88,0	88,4	107
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	88,6	86,5	87,6	107
	Гумат калію 2 л/га	89,7	89,0	89,4	108
	Квантум ТРІО 2 л/га	95,4	94,7	95,1	115
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		0,35	0,53	-	-
НІР _{0,5} за фактором А		0,16	0,25	-	-
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		0,18	0,28	-	-

Застосування мінерального удобрення N₅₀P₅₀K₅₀ забезпечило зростання висоти рослин до 85,6 см, що на 4 % перевищувало контроль. Поєднання цієї системи удобрення з позакореновими підживленнями сприяло подальшому збільшенню довжини стебла. Зокрема, за внесення Гумат калію 1 л/га середня висота рослин досягла 87,8 см (106% до контролю), а за застосування Квантум ТРІО 1 л/га – 88,4 см (107%).

За підвищеного рівня мінерального живлення $N_{55}P_{55}K_{55}$ відмічено подальше посилення ростових процесів. У варіанті без позакореневого підживлення довжина стебла становила 87,6 см (107% до контролю). Використання Гумат калію 2 л/га забезпечило збільшення цього показника до 89,4 см (108%), тоді як максимальну висоту рослин зафіксовано за обробки Квантум ТРІО 2 л/га – 95,1 см, що на 15% перевищувало контроль.

Наведена таблиця 5 відображає вплив системи удобрення та позакореневого підживлення на формування площі листової поверхні культури на різних етапах органогенезу – в фазах виходу в трубку (V), колосіння (VIII) та молочної стиглості зерна (XI).

У контрольному варіанті площа листової поверхні становила 37,5 тис. $m^2/га$ в фазу виходу в трубку, 59,7 тис. $m^2/га$ – в фазу колосіння та 18,2 тис. $m^2/га$ в фазу молочної стиглості. Ці показники прийнято за базові для оцінки ефективності інших варіантів.

Застосування мінерального удобрення $N_{50}P_{50}K_{50}$ без позакореневого підживлення сприяло помірному збільшенню площі листової поверхні на всіх етапах органогенезу. В фазу виходу в трубку цей показник зріс до 38,5 тис. $m^2/га$, в фазу колосіння – до 61,1 тис. $m^2/га$, а в фазу молочної стиглості – до 18,8 тис. $m^2/га$. Поєднання цієї системи удобрення з позакореневими підживленнями забезпечило подальше наростання площі листової поверхні, особливо за використання Квантум ТРІО 1 л/га, де приріст до контролю становив відповідно 3,1; 3,3 та 1,6 тис. $m^2/га$.

За підвищеного рівня мінерального живлення $N_{55}P_{55}K_{55}$ спостерігалася чітка тенденція до зростання площі листової поверхні за всіх досліджуваних фаз розвитку. Навіть без позакореневого підживлення показники перевищували контрольні значення, а застосування біологічно активних препаратів посилювало цей ефект. Максимальні значення зафіксовано у варіанті з внесенням Квантум ТРІО 2 л/га, де площа листової поверхні становила 40,7 тис. $m^2/га$ в фазу виходу в трубку, 64,0 тис. $m^2/га$ в фазу колосіння та 20,2 тис. $m^2/га$ в фазу молочної стиглості.

**Формування площі листкової поверхні рослин за етапами органогенезу
під впливом органо-мінеральних добрив, тис. м²/га**

Система удобрен- ня	Позакореневе підживлення	Етапи органогенезу					
		V – вихід у трубку		VIII – колосіння		XI – молочна стиглість	
		площа листкової поверхні, тис. м ² /га					
		всьо го	± до конт ролю	всьо го	± до конт ролю	всьо го	± до конт ролю
1. Контроль	Контроль	37,5	-	59,7	-	18,2	-
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	38,5	1,3	61,1	1,6	18,8	0,8
	Гумат калію 1 л/га	38,8	1,6	61,6	2,1	19	0,91
	Квантум ТРІО 1 /га	40,0	3,1	62,8	3,3	19,6	1,6
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	39,5	2,3	62,9	3,4	19,3	1,3
	Гумат калію 2 л/га	39,9	2,7	63,4	3,9	19,6	1,6
	Квантум ТРІО 2 л/га	40,7	3,5	64,0	4,6	20,2	2,2
Середньозважений показник за роки дослідження							
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		0,42	-	0,69		0,47	-
НІР _{0,5} за фактором А		0,20	-	0,32		0,20	-
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		0,22	-	0,35		0,31	-

У міжфазний період «вихід у трубку – колосіння» фотосинтетичний потенціал пшениці озимої сорту Шестопапівка суттєво залежав від системи удобрення та позакореневого підживлення (табл. 6). На контрольному варіанті без внесення добрив і підживлень середня площа листкової поверхні становила 48,42 тис. м²/га, тривалість періоду – 39 діб, що забезпечило формування фотосинтетичного потенціалу на рівні 1789 тис. м²/га·діб, що є найнижчим показником у досліді.

Внесення мінеральних добрив у нормі N₅₀P₅₀K₅₀ без позакореневого підживлення сприяло незначному збільшенню середньої площі листкової поверхні до 49,57 тис. м²/га за незмінної тривалості періоду, внаслідок чого фотосинтетичний потенціал зріс до 1835 тис. м²/га·діб. Застосування

позакореневого підживлення на цьому фоні забезпечило подальше зростання досліджуваних показників. Так, обробка Гумат калію в нормі 1 л/га збільшила площу листової поверхні до 50,06 тис. м²/га та подовжила тривалість періоду до 40 діб, що зумовило підвищення фотосинтетичного потенціалу до 1953 тис. м²/га·діб. Найвищі значення у цій групі отримано за використання препарату Квантум ТРІО (1 л/га), де середня площа листової поверхні досягала 51,26 тис. м²/га, а фотосинтетичний потенціал – 2000 тис. м²/га·діб.

Таблиця 6

Вплив системи удобрення та позакореневого підживлення на фотосинтетичний потенціал пшениці озимої сорту Шестопалівка у міжфазний період «вихід у трубку – колосіння»

Система удобрення	Позакореневе підживлення	Середня площа листової поверхні, тис. м ² /га	Тривалість періоду, діб	Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² /га * діб
1. Контроль	Контроль	48,42	39	1789
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	49,57	39	1835
	Гумат калію 1 л/га	50,06	40	1953
	Квантум ТРІО 1 /га	51,26	40	2000
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	50,97	42	2040
	Гумат калію 2 л/га	51,51	41	2061
	Квантум ТРІО 2 л/га	52,26	39	1987
Середньозважений показник за роки дослідження				
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		0,42	0,69	2,50
НІР _{0,5} за фактором А		0,20	0,32	1,13
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		0,22	0,35	1,26

За мінеральної системи удобрення $N_{55}P_{55}K_{55}$ без позакореневого підживлення спостерігалось подальше зростання асиміляційної поверхні до 50,97 тис. $m^2/га$ та подовження тривалості міжфазного періоду до 42 діб, що забезпечило формування фотосинтетичного потенціалу на рівні 2040 тис. $m^2/га \cdot діб$. Використання Гумат калію в нормі 2 л/га на цьому фоні сприяло максимальному розвитку площі листової поверхні (51,51 тис. $m^2/га$) і високому значенню фотосинтетичного потенціалу – 2061 тис. $m^2/га \cdot діб$. Водночас застосування препарату Квантум ТРІО (2 л/га) супроводжувалося дещо меншою тривалістю періоду (39 діб), що зумовило зниження фотосинтетичного потенціалу до 1987 тис. $m^2/га \cdot діб$, незважаючи на найбільшу площу листової поверхні у цій групі.

3.2. Формування врожаю пшениці озимої залежно від варіантів удобрення та рідких органо-мінеральних добрив.

Урожайність пшениці озимої виступає узагальнювальним критерієм результативності застосованої технології вирощування, оскільки акумулює вплив природних умов середовища, рівня та збалансованості мінерального живлення, використання органо-мінеральних добрив і комплексу агротехнічних прийомів упродовж вегетаційного періоду. Формування високої продуктивності культури значною мірою визначається повнотою забезпечення рослин поживними елементами, активністю фотосинтетичних процесів, ступенем розвитку асиміляційної поверхні та здатністю сорту реалізовувати свій біологічний потенціал. У зв'язку з цим вивчення змін урожайності та оцінка ефективності різних систем удобрення мають важливе практичне значення для подальшого вдосконалення технологій вирощування пшениці озимої в умовах Полісся.

За результатами досліджень встановлено, що урожайність пшениці озимої суттєво змінювалася залежно від системи удобрення та застосування позакореневих підживлень. На варіанті без внесення добрив сформовано

найнижчий рівень продуктивності: у 2024 р. урожайність становила 2,55 т/га, у 2025 р. – 2,38 т/га, а середнє значення за роки досліджень – 2,47 т/га (табл. 7).

Таблиця 7.

Продуктивність пшениці озимої сорту Шестопалівка за різних варіантів РОМД, т/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Система удобрення	Підживлення позакореневе	Урожайність, т/га			Відхилення			
					за варіантами удобрення		за РОМД	
		2024 р.	2025 р.	серед нє	±	%	±	%
1. Без добрив	Контроль	2,55	2,38	2,47	–	–	–	–
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	3,04	2,88	2,96	0,50	20,17	–	–
	Гумат калію 1 л/га	3,78	3,59	3,69	–	–	0,74	24,91
	Квантум ТРІО 1 /га	3,86	3,74	3,80	–	–	0,85	28,81
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	3,15	3,00	3,08	0,62	21,80	–	–
	Гумат калію 2 л/га	4,28	4,05	4,17	–	–	1,10	35,89
	Квантум ТРІО 2 л/га	4,52	4,28	4,40	–	–	1,33	43,56
НІР для різн. част. серед.		0,23	0,21	–	–	–	–	–
НІР по фактору А		0,13	0,10	–	–	–	–	–
НІР по фактору В і АВ		0,13	0,11	–	–	–	–	–

Застосування мінеральних добрив у нормі N₅₀P₅₀K₅₀ без позакореневого підживлення забезпечило зростання середньої урожайності до 2,96 т/га, що перевищувало контрольний варіант на 0,50 т/га, або 20,17%. Додаткове позакореневе підживлення на цьому фоні сприяло подальшому підвищенню продуктивності культури. Так, використання Гумат калію в нормі 1 л/га дозволило отримати в середньому 3,69 т/га зерна, що на 0,74 т/га (24,91%) більше порівняно з варіантом без підживлення. Найвищу урожайність у цій групі зафіксовано за обробки препаратом Квантум ТРІО (1 л/га) – 3,80 т/га, що перевищувало контроль на фоні мінерального удобрення на 0,85 т/га, або 28,81 %.

За норми мінеральних добрив N₅₅P₅₅K₅₅ без позакореневого підживлення середня урожайність становила 3,08 т/га, що на 0,62 т/га

(21,80%) більше порівняно з варіантом без добрив. Проведення позакоренових підживлень на цьому фоні забезпечило істотне зростання врожайності. Зокрема, застосування Гумат калію в нормі 2 л/га сприяло підвищенню середнього збору зерна до 4,17 т/га, що на 1,10 т/га (35,89%) перевищувало відповідний контроль. Максимальний показник урожайності за роки досліджень отримано за використання препарату Квантум ТРІО (2 л/га), де середнє значення становило 4,40 т/га, що відповідало приросту 1,33 т/га, або 43,56%.

3.3. Енергетична та економічна ефективність вирощування пшениці озимої.

Енергетична й економічна ефективність вирощування пшениці озимої відображає співвідношення між обсягом отриманої продукції та витратами енергетичних, матеріальних і фінансових ресурсів у процесі її виробництва. Використання раціонально збалансованих систем удобрення, зокрема поєднання мінеральних і органо-мінеральних добрив, сприяє підвищенню урожайності, кращому використанню ресурсів і зростанню рентабельності. Оптимальне забезпечення рослин елементами живлення дає змогу скоротити витрати на одиницю продукції та підвищити загальну економічну й енергетичну віддачу технології вирощування [8].

Аналіз енергетичної ефективності вирощування пшениці озимої свідчить, що рівень та поєднання системи удобрення з позакореновими підживленнями істотно впливають на співвідношення витрат і виходу енергії. На варіанті без внесення добрив сумарні енергетичні затрати становили 13990,6 МДж, а вихід енергії – 35917,0 МДж, що забезпечило коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 2,58 (табл. 8).

За застосування мінеральних добрив у нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$ без позакоренового підживлення спостерігалось зростання енерговитрат до 19474,2 МДж, однак коефіцієнт енергетичної ефективності знизився до 2,22

через відносно менший приріст енергетичного виходу. Водночас використання позакоренових підживлень на цьому фоні суттєво покращувало енергетичні показники. Так, обробка Гумат калію в нормі 1 л/га забезпечила підвищення виходу енергії до 53875,0 МДж та зростання коефіцієнта енергетичної ефективності до 2,78, а застосування препарату Квантум ТРІО (1 л/га) – до 55481,0 МДж і 2,86 відповідно.

За системи удобрення $N_{55}P_{55}K_{55}$ без позакоренового підживлення коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,31, що перевищувало відповідний показник на фоні $N_{50}P_{50}K_{50}$ без підживлень. Найвищі значення енергетичної віддачі отримано за поєднання мінерального удобрення з позакореновими підживленнями: при внесенні Гумат калію (2 л/га) коефіцієнт енергетичної ефективності досягав 3,14, а за використання препарату Квантум ТРІО (2 л/га) – 3,31. Це свідчить про доцільність застосування позакоренових підживлень як ефективного прийому підвищення енергетичної результативності технології вирощування пшениці озимої.

Таблиця 8

Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої

Варіанти удобрення	Підживлення позакореново	Всього затрачено енергії, МДж	Вихід енергії, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
1. Без добрив	Контроль	13990,6	35917,0	2,58
2. $N_{50}P_{50}K_{50}$	Контроль	19474,2	43071,0	2,22
	Гумат калію 1 л/га	19474,2	53875,0	2,78
	Квантум ТРІО 1 /га	19474,2	55481,0	2,86
3. $N_{55}P_{55}K_{55}$	Контроль	19474,2	44823,0	2,31
	Гумат калію 2 л/га	19474,2	60883,0	3,14
	Квантум ТРІО 2 л/га	19474,2	64241,0	3,31

Економічну ефективність визначали на основі середніх закупівельних цін у Житомирській області станом на 2025 рік із використанням технологічних карт вирощування пшениці озимої (табл. 9).

Економічні показники вирощування пшениці озимої свідчать, що продуктивність культури та рівень рентабельності значно залежали від системи удобрення та застосування позакоренових підживлень. На варіанті без добрив урожайність становила 2,47 т/га, вартість продукції – 27701 грн, витрати на вирощування – 17001 грн, що забезпечило умовно чистий прибуток 10701 грн і рентабельність 38,0%.

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої

Варіанти удобрення	Підживлення позакореневе	Продуктивність, т/га	Вартість отриманої продукції, грн	Витрати на вирощування, грн.	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
1. Без добрив	Контроль	2,47	27701	17001	10701	38,0
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Контроль	2,96	30836	22501	8336	34,9
	Гумат калію 1 л/га	3,69	35520	23200	12320	46,6
	Квантум ТРІО 1 /га	3,80	36981	23350	13631	50,0
3. N ₅₅ P ₅₅ K ₅₅	Контроль	3,08	32001	22501	9501	40,1
	Гумат калію 2 л/га	4,17	40248	23400	16848	64,9
	Квантум ТРІО 2 л/га	4,40	42352	23700	18652	71,8

Внесення мінеральних добрив N₅₀P₅₀K₅₀ без підживлення підвищило урожайність до 2,96 т/га, однак рівень рентабельності склав 34,9% через зростання витрат. Позакоренові підживлення значно покращували економічні показники: застосування Гумат калію (1 л/га) забезпечило урожайність 3,69 т/га і рентабельність 46,6%, а Квантум ТРІО (1 л/га) – 3,80 т/га та 50,0%.

За системи N₅₅P₅₅K₅₅ без підживлень урожайність становила 3,08 т/га, рентабельність – 40,1%. Використання Гумат калію (2 л/га) підвищувало урожай до 4,17 т/га і рентабельність до 64,9%, а Квантум ТРІО (2 л/га) забезпечував максимальні показники: 4,40 т/га та 71,8% відповідно. Це свідчить про високу економічну ефективність поєднання мінерального удобрення з позакореновими підживленнями.

ВИСНОВКИ

1. За результатами досліджень встановлено, що тривалість періоду вегетації пшениці озимої сорту «Шестопалівка» становила 260–269 діб.
2. Найвищі показники кущення були отримані у 3-му варіанті удобрення за позакореневого внесення препарату Квантум ТРІО (2 л/га) – 625 загальних та 603 продуктивних стебла на 1 м². Аналогічна тенденція спостерігалася і щодо формування висоти рослин, де максимальна довжина стебла досягала 115 см.
3. Найбільша площа листкової поверхні формувалася за мінеральної системи удобрення N₅₅P₅₅K₅₅ у поєднанні з позакореневим внесенням Квантум ТРІО (2 л/га) і становила: у фазі виходу в трубку – 40,7 тис. м²/га, у фазі колосіння – 64,0 тис. м²/га, у фазі молочної стиглості – 20,2 тис. м²/га. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу (2061 тис. м²/га·діб) отримано у 3-му варіанті удобрення за позакореневого внесення Гумат калію.
4. Найбільш доцільним для вирощування пшениці озимої є 3-й варіант удобрення – N₅₅P₅₅K₅₅ із позакореневим внесенням Квантум ТРІО (2 л/га), за якого забезпечено найвищу урожайність зерна – 4,52 т/га.
5. З енергетичної точки зору технології вирощування пшениці озимої найбільш ефективним виявився 3-й варіант удобрення (N₅₅P₅₅K₅₅) у поєднанні з рідким добривом Квантум ТРІО, де коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,31. За сумісного застосування мінерального удобрення (N₅₅P₅₅K₅₅) з рідкими добривами Гумат калію та Квантум ТРІО отримано найвищі показники рентабельності – 64,9% та 71,8% відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Пшеницю озиму сорту «Шестопа́лівка» найкраще вирощувати за варіанту удобрення з мінеральною складовою ($N_{55}P_{55}K_{55}$) та позакореневим внесенням рідкого органо-мінерального добрива Квантум ТРІО (2 л/га). Дана технологія дозволяє отримувати сталі та високі показники урожайності пшениці озимої на рівні 4,40 т/га. Тому в умовах Полісся України на темно-сірому лісовому ґрунті, для господарств різних форм власності ми рекомендуємо саме таку технологію вирощування пшениці озимої сорту «Шестопа́лівка».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. І. Вплив гідрометеорологічних умов весняного періоду на продуктивність посівів озимої пшениці. *Агроном*. 2009. № 1. С. 6–9.
2. Асанішвілі Н. М. Реакція гібридів кукурудзи різних екотипів на технологічні заходи вирощування у північній частині Лісостепу : *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ. 2014. Вип. 3. С. 41–48.
3. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 11–18.
4. Біологізація землеробства в умовах Правобережного Полісся України: навч. посіб. / М. С. Чернілевський, О. А. Дереча, Н. Я. Кривіч, М. Ф. Рибак. Житомир: ДАУ, 2002.
5. Вінюков О. О., Чугрій Г. А. Вплив органічних регуляторів росту на показники продуктивності пшениці озимої сорту Перемога. *Наукове забезпечення технологічного прогресу ХХІ сторіччя: міжнарод. наук. конф. Чернівці, 2020*. С. 102–106.
6. Власенко В. А., Коломієць Л. А., Баранець Г. С. Характер впливу гідротермічного режиму на продукційні процеси пшениці озимої та шляхи підвищення адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 198–207.
7. Гаврилюк О. В., Ковальчук П. С. Вплив мінеральних і органо-мінеральних добрив на фотосинтетичний потенціал та урожайність пшениці озимої. *Аграрна наука*, 2018. № 2. С. 45–53.
8. Дерев'янко І. М., Литвиненко В. І. Системи удобрення та позакореневі підживлення пшениці озимої: енергетична та економічна ефективність. *Землеробство*. 2020. № 4. С. 27–35.
9. Дубовик Д. Ю., Сіроштан А. А., Ільченко Л. І., Заболотній В. І. Вплив обробки насіння біологічними препаратами на посівні якості та врожайність пшениці м'якої озимої. *Новітні технології вирощування*

сільськогосподарських культур: тези доповідей VI Міжнародної науковопрактичної конференції молодих вчених (29 березня 2018 р., м. Київ). С. 80–82.

10. Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 2. С. 16–22.

11. Животков Л. О., Корчинський А. А. Формування сортової структури пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 7. С. 41–43.

12. Захарова В. О., Герасько Т. В., Іванченко О. А. Вплив деяких елементів технології вирощування та посівні якості озимої пшениці. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2011. № 1. С. 19–22.

13. Кочмарський В., Вологдіна Г., Замліла Н., Гуменюк О. Адаптивний сорт – основа виробництва зерна пшениці. Режим доступу. Електронний ресурс: <https://a7d.com.ua/plants/19446-adaptivniy-sort-osnovavirobnictva-zerna-pshenic.html>.

14. Кульбіда В. В., Бойко Г. І., Палієнко А. П. Урожай і якість зерна озимої пшениці залежно від попередників і добрив на Поліссі України. *Землеробство*. 1982. Вип. 56. С. 3–7.

15. Литвиненко В. І., Смолянінова Н. Р. Енергетична оцінка агротехнологій зернових культур. *Аграрний вісник*. 2021 № 1. С. 33–42.

16. Лихочвор В. В. Застосування регуляторів росту рослин на посівах зернових культур. *Пропозиція*. 2003. № 4. С. 56–57.

17. Мартиненко С. В., Поліщук В. І. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність пшениці озимої в умовах Полісся. *Агроекологія*. 2019. № 1. С. 58–66.

18. Нетіс І. Т. Умови вегетації і продуктивність озимої пшениці у високосні роки. *Таврійський науковий вісник*. 2004. (32). С. 34–37.

19. Поліщук В. О. Особливості використання мікродобрив і біопрепаратів в посівах жита озимого в органічній сівозміні. *Наука. Молодь. Екологія – 2016* : матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, 216

аспірантів та молодих вчених, 27 травня 2016 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 120–123.

20. Поліщук В. О. Формування маси кореневої системи жита озимого при застосуванні мікродобрив та біопрепаратів. *Актуальні питання сучасної аграрної науки* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., 20 листоп. 2015 р. Умань : Візаві, 2015. С. 93–95.

21. Поліщук В. О., Грицюк Н. В., Журавель С. В. Роль біологічних препаратів при вирощуванні жита озимого в органічному землеробстві. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. доп. учасн. V Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 вересня 2017 р. / [редкол.: О. Скидан та ін.]; Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир : ЖНАЕУ, 2017. С. 95–97.

22. Поліщук В. О., Журавель С. В. Динаміка урожайності ланки сівозміни за умов використання органо-мінеральних добрив в зоні Полісся. *Таврійський науковий вісник*. Сер.: Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2022. Вип. 127. С. 117–122. Doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.15>.

23. Поліщук В. О., Журавель С. В., Кравчук М. М., Залевський Р. А. Ефективність рідких комплексних добрив за різних систем удобрення картоплі в умовах Полісся України. *Наукові горизонти*. 2020. № 08(93). С. 141–148. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-141-148.

24. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів і антагоністів фітопатогенних грибів при вирощуванні пшениці озимої на чорноземних ґрунтах і фітомеліорованих гірських породах / В. П. Патика, О. В. Шерстобоева, О. С. Дем'янчук та ін. Київ, 2005. 15 с.

25. Солодушко М. М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. *Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 3. С. 61–66.

26. Ткаченко М. Ф., Якимчук В. І. Формування асиміляційної поверхні та фотосинтетичної активності рослин зернових культур. *Сільськогосподарські науки* 2022, № 3. С. 78–86.
27. Уліч Л. І. Урожайні та адаптивні властивості нових сортів озимої пшениці. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2006. № 37. С. 30–37.
28. Фурсова Г. К., Попов С. І., Авраменко С. В. Вплив припосівного удобрення на врожайність зерна пшениці озимої після різних попередників. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 90. С. 112–117.
29. Цвей Я. П., Петрова О. Т., Воронюк Н. М. Продуктивність пшениці озимої залежно від системи удобрення в Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 4. С. 96–100.
30. Чугрій Г. А., Вінюков О. О., Гирка А. Д. Вивчення впливу біопрепаратів за різних норм внесення на продуктивність пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *RS Global «Science Review»*. 2020. № 1(28). С. 9–15.
31. Чучвага І. Г., Волкогон К. І. Екологічно доцільні дози мінерального азоту для вирощування жита озимого. *Агроекол. журнал*. 2013. № 2. С. 75–79.
32. Шевчук О. В., Кравченко М. П. Раціональні системи удобрення у вирощуванні зернових культур. *Агропромислова політика*. 2018. № 5. С. 22–29.
33. Явдощенко М. П. Вплив сортів, строків сівби та попередників на чисельність патогенних організмів у посівах озимої пшениці. *Стан та перспективи використання агротехнічного методу в системах інтегрованого захисту рослин від шкідників і хвороб* : тези доп. наукової конф., до 50-річчя відділу захисту рослин Інституту землеробства УААН (25–28 жовтня 1994 р.). Київ, 1994. С. 13.
34. Яценко Л. М., Козловський О. І. Інтенсивні технології вирощування пшениці озимої в умовах змін клімату. *Сільськогосподарська біологія*. 2021. № 4. С. 90–99.