МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 22 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Владислав БОБОШКО

Керівник: Віталій КРАВЧЕНКО, к. с.-г. н.,
доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП …….. 3

РОЗДІЛ 1 **ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ (Огляд літератури)** 6

РОЗДІЛ 2 **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ** 15

2.1. Природно-кліматичні умови ……. 15

2.2. Методика проведення досліджень …… 17

РОЗДІЛ 3 **ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ** 23

3.1. Вплив застосування макро- і мікродобрив на структуру врожаю сортів пшениці озимої …… 27

3.2. Вплив застосування макро- і мікродобрив на урожайність зерна сортів пшениці озимої …… 29

3.3. Вплив застосування макро- і мікродобрив на якість зерна сортів пшениці озимої …….. 31

РОЗДІЛ 4 **ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ** …… 34

4.1. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої 34

4.2. Енергетична оцінка вирощування пшениці озимої 36

РОЗДІЛ 5 **ОХОРОНА ПРАЦІ ..**……... 38

РОЗДІЛ 6 **ЕКОЛОГІЯ** …….. 39

ВИСНОВКИ …… 41

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …… 42

ВСТУП

Актуальність теми. Питання нарощування виробництва зерна та підвищення його якості й надалі залишаються ключовими для аграрного сектору України. Досягти цього можливо лише за умови раціонального використання земельних ресурсів, запровадження науково обґрунтованих систем землеробства, підвищення родючості ґрунтів і застосування ресурсозберігаючих технологій вирощування зернових культур. Серед цих культур провідне місце займає пшениця озима, оскільки саме вона забезпечує сировиною харчову, хлібопекарську, спиртову та інші галузі промисловості, а також слугує важливою кормовою базою для тваринництва. Тому питання стабілізації та нарощування валових зборів зерна, а також покращення його якості набуває особливої актуальності.

Незважаючи на значні площі посівів, показники урожайності озимої пшениці часто коливаються залежно від погодних умов та технологічних чинників. Ефективність вирощування значною мірою визначається рівнем застосованої технології. Одним із ключових напрямів її удосконалення є раціональне забезпечення рослин макро- і мікроелементами протягом критичних періодів органогенезу. Сучасна практика показує, що оптимізація мінерального живлення дає можливість не лише підвищити врожайність та якість зерна, а й зберегти або навіть покращити родючість ґрунту.

З огляду на це, дослідження, спрямовані на удосконалення системи живлення озимої пшениці в умовах ресурсозберігаючої технології, мають значну наукову й практичну цінність, що й визначило вибір теми магістерської роботи.

Мета та завдання досліджень

Метою роботи було встановити вплив умов вирощування та системи макро- і мікроудобрення на продуктивність і якість зерна пшениці озимої.

Для реалізації поставленої мети передбачалося виконання таких завдань:

- з’ясувати, як внесення макро- і мікродобрив впливає на площу листкової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу різних сортів пшениці озимої;
- визначити особливості формування продуктивності сортів залежно від системи удобрення;
- проаналізувати зміни в структурі врожаю під впливом різних варіантів макро- і мікроудобрення;
- дослідити основні показники якості зерна за умов застосування добрив;
- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності використання макро- і мікроелементів у посівах озимої пшениці.

Об’єкт і предмет дослідження

Об’єктом дослідження були процеси росту та розвитку рослин, формування врожаю і якісних показників зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення.

Предмет дослідження охоплював сорти озимої пшениці, застосовані макро- і мікродобрива, а також економічні та енергетичні характеристики досліджуваних технологічних прийомів.

Наукова новизна

Уперше проведено комплексне вивчення особливостей росту й розвитку сортів пшениці озимої з урахуванням їхньої здатності реалізувати біологічний потенціал за конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Встановлено вплив системи макро- і мікроудобрення на формування урожайності та якісних показників зерна.

Удосконалено основні елементи технології вирощування пшениці озимої в зоні Лісостепу. Зокрема, визначено ефективність застосування макро- і мікроелементів, що забезпечує формування урожайності сорту Ронін на рівні 6,14–6,84 т/га з високими показниками якості. Проведено економічну та енергетичну оцінку вирощування культури за різних систем удобрення.

Поглиблено уявлення про формування елементів продуктивності та зміну якості зерна пшениці озимої під впливом різних видів добрив.

Отримані результати можуть бути впроваджені у виробничу діяльність аграрних підприємств для підвищення продуктивності агроценозів і покращення якості рослинницької продукції.

Особистий внесок

Автором здійснено аналітичний огляд літературних джерел, організовано та проведено польові, лабораторні й виробничі дослідження, здійснено обробку та узагальнення отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ

Аналіз наукових джерел свідчить, що септоріоз як хвороба культурних рослин відомий уже давно, однак до 40-х років минулого століття дослідження цієї проблеми здебільшого мали описовий характер. На території України перші випадки септоріозу пшениці були зафіксовані С.А. Мокржецьким у 1911 році в Криму. Надалі хворобу спостерігали в Київській губернії Л. Казанковський (1913 р.) та С.Т. Шевченко (1921 р., 1923–1924 рр.). Перші узагальнені повідомлення про цю недугу з’явилися на сторінках журналу «Щорічні відомості про хвороби і пошкодження культурних і дикорослих корисних рослин» за 1912–1913 роки, де септоріоз описано як білу плямистість, спричинену грибом *Septoria tritici* Desm.

За даними численних дослідників, збудники септоріозу добре адаптовані до рослини-господаря і не пред’являють високих вимог до кліматичних умов, що забезпечує їм широке поширення. Повідомлення про ураження пшениці септоріозом зафіксовані у більш ніж п’ятдесяти країнах світу — від Європи (Англія, Франція, Німеччина, Австрія, Польща тощо) до Азії, Америки, Австралії та Африки.

Шкідливість будь-якої інфекційної хвороби проявляється у зниженні кількісних і якісних показників урожаю. Вона може виявлятися у відборі води та поживних речовин, зменшенні площі листкової поверхні, порушенні метаболічних процесів, передчасному відмиранні окремих органів або навіть загибелі рослин. На пшениці септоріоз може розвиватися протягом усього періоду вегетації, починаючи з появи 2–3 листків. Патоген викликає утворення плям різної форми, величини та забарвлення на листках, колоскових лусках, інколи на стеблах.

Проблему шкідливості септоріозу вивчали дослідники багатьох країн. За даними М.Н. Васецької та співавторів, навіть слабке ураження колоса може знижувати врожайність на 5–6 %, тоді як за сильного розвитку хвороби втрати сягають 26 %. Уражене насіння має нижчу схожість (на 23–24 %), рослини — зменшену висоту (до 35 %), а на перших етапах росту може уражуватися колеоптіле та первинні листки. Збільшення ступеня ураження колосу на 10 % спричиняє зниження урожаю приблизно на 4 %.

Септоріоз спричиняє зменшення фотосинтезуючої поверхні листя, ламкість стебел, недорозвиненість колосу, передчасне відмирання рослин і відповідне недобрання зерна. За спостереженнями С.Ф. Пересипкіна, сильний розвиток хвороби здатний викликати пустоколосість і навіть загибель частини рослин, що може зумовити втрати врожаю на рівні 30–40 %. Ранній розвиток септоріозу призводить до загибелі надземних органів і кореневої системи, сприяє виляганню посівів і посилює розвиток кореневих гнилей.

Шкідливість септоріозу визначається не лише зменшенням асиміляційної поверхні, але й глибшими фізіолого-біохімічними змінами, що виникають у результаті взаємодії патогена, рослини та умов довкілля. Встановлено, що зараження негативно впливає на хімічний склад зерна, зокрема зменшує вміст білкового азоту. У роки зі сприятливою для патогена весняною погодою септоріоз з’являється на рослинах на 15–20 днів раніше, ніж бура іржа, і за шкодочинністю може переважати такі хвороби, як борошниста роса та кореневі гнилі.

В умовах України протягом останніх десятиліть септоріоз озимої пшениці належить до найбільш поширених та небезпечних хвороб. Він не лише знижує урожайність, а й істотно погіршує технологічні властивості зерна. В середньому втрати становлять 10–15 %, але в окремі роки можуть перевищувати 40 %. Найбільшої шкоди хвороба завдає у період колосіння–цвітіння. Ураження на пізніших фазах розвитку, як правило, не спричиняє істотних втрат.

Отже, на основі узагальнення літературних даних можна стверджувати, що септоріоз зумовлює зменшення фотосинтезуючої поверхні, уповільнення ростових процесів, передчасне всихання листків, скорочення довжини та зниження озерненості колосу, а також погіршення якісних характеристик зерна. Упродовж останніх років ця хвороба стала однією з домінантних у комплексі інфекційних уражень озимої пшениці, займаючи близько 28 % у загальній структурі хвороб культури.

Рід *Septoria* належить до класу недосконалих грибів (Deuteromycetes) та входить до порядку *Sphaeropsidales*. За свідченнями В.Ф. Пересипкіна, на території України нині ідентифіковано понад десять видів збудників септоріозу пшениці, що відносяться до цього роду. Найчастіше зі зразків уражених рослин виділяють *Septoria tritici* Roberge ex Desm., *S. graminum* Desm. та *S. nodorum*, які здатні уражувати не лише пшеницю, а й інші види злакових культур.

У природних умовах України *Septoria nodorum* найбільш поширена у Поліссі та Лісостепу, особливо у Львівській й Тернопільській областях. *Septoria tritici* трапляється повсюдно, проте найбільших збитків завдає посівам Київщини, Чернігівщини й Черкащини. Для південно-західних регіонів періодичні спалахи септоріозу є характерним явищем і часто призводять до значних втрат урожаю. Водночас детальні дані щодо видового складу збудників та їхньої географічної мінливості наразі майже відсутні.

Перші симптоми септоріозу на рослинах озимої пшениці можуть з’являтися вже з фази 2–3 листків. Патогени цього роду здатні розвиватися в широкому діапазоні температур — від 4 до 35 °C, тоді як оптимум припадає на 15–25 °C за умови високої вологості (понад 80%) та регулярних опадів.

Septoria nodorum здатна уражувати практично всі надземні органи рослин — листки, піхви, стебла, вузли, колоскові луски, стрижень колосу та навіть зернівки. Натомість *S. tritici* та *S. graminum* переважно уражують листя і листові піхви. Руйнування листкової пластинки та зменшення асиміляційної поверхні призводять до передчасного відмирання листя, щуплості й

недорозвиненості колосу, а інколи — до загибелі рослин і різкого погіршення якості зерна.

Основними джерелами збереження інфекції *S. nodorum* та *S. tritici* вважають уражені рослинні рештки та падалицю, з яких патоген переходить на молоді сходи озимини. Питання передачі інфекції через насіння залишається дискусійним: частина дослідників стверджує, що гриб може зберігатися у вигляді міцелію всередині насінини, інші ж вважають, що такий механізм не характерний для цього патогена і що основне джерело інфекції — післяжнивні рештки.

Для *S. tritici* доведено здатність зимувати як у формі міцелію, так і у вигляді пікнід на уражених органах рослин. У природних умовах інкубаційний період септоріозу може варіювати від 6 до 26 днів, а за оптимальних температур (приблизно 23°C) розвиток симптомів — від перших ознак ураження до дозрівання пікнід — займає 6–14 днів. У стійкіших сортів тривалість інкубаційного періоду *S. tritici* збільшується до 12–18 днів і більше.

Протягом одного вегетаційного періоду зернових патоген може давати від 6 до 12 генерацій. Кожна пікніда *S. nodorum* здатна продукувати до 10 тис. пікноспор, а *S. tritici* — до 20 тис., що підкреслює надзвичайно високий інфекційний потенціал цих грибів. Опади відіграють ключову роль у вивільненні та поширенні спор: у відсутності вологи їх перенесення практично неможливе, оскільки пікноспори вкриті клейкою речовиною, яка утримує їх на поверхні листка. Дослідження Г.В. Пижикової свідчать, що основна маса спор *S. graminum* поширюється в межах 10 м від джерела інфекції, а на відстані понад 50 м потоки спор трапляються поодиноко.

На подальший розвиток патогена всередині тканин рослини значний вплив мають температура, водоутримувальна здатність тканин, густота первинного інфікування, агресивність патогена та стійкість сорту. У лабораторних умовах перші симптоми можуть з’являтися вже через 2–3 дні, тоді як у польових умовах інкубація рідко триває менше 6–7 днів. У

природних умовах тривалість інкубаційного періоду може змінюватися від 6 до 49 днів.

Статеву стадію розвитку *S. tritici* описано під назвою *Mycosphaerella graminicola*. Її виявляють на листках та інших уражених органах пшениці у вигляді перитеціїв, що формуються під епідермісом. Їх колір змінюється від світло-коричневого до темно-коричневого в міру визрівання. У кожній сумці формується по вісім сумкоспор. Однак у циклі розвитку збудника під час вегетації основну роль відіграє саме безстатева (пікнідіальна) стадія, тоді як сумчаста — має переважно значення для перезимівлі та збереження інфекції в несприятливих умовах.

Дослідники відзначають, що збудники септоріозу мають широку кормову спеціалізацію та здатні уражувати понад двадцять видів культурних і дикорослих злакових рослин, зокрема й пшеницю. Експериментально доведено, що серед сімдесяти сортозразків бобових і злакових культур у тепличних умовах Septoria tritici та Septoria nodorum можуть розвиватися на п’ятнадцяти сортах бобових, а також на ячмені та деяких видах злакових трав, що робить їх потенційним резерватором інфекції. Водночас А. І. Деревянкін установив, що ці види септорій характеризуються вузькою спеціалізацією й здебільшого заражають саме рослини пшениці, а інші злаки можуть уражувати лише за штучного зараження та формують переважно слабку або приховану інфекцію.

Отже, в умовах України основними збудниками септоріозу озимої пшениці є саме Septoria tritici та Septoria nodorum. Їхній високий інфекційний потенціал у поєднанні з частими опадами створює сприятливі умови для розвитку епіфітотій, особливо у достатньо вологих регіонах Західного Лісостепу.

Як зазначають М. П. Лісовий та С. В. Ретьман, агротехнічні заходи в сучасних системах захисту рослин мають довготривалий вплив на фітосанітарний стан посівів і є невід’ємним елементом технології вирощування культури. Водночас автори підкреслюють складність процесів

регулювання агроценозу, що вимагає всебічного аналізу всіх чинників, які визначають його стабільність. Подібної думки дотримується більшість вчених, які відзначають, що правильно підібрана агротехніка дає змогу реалізувати генетичний потенціал сорту, включаючи його стійкість до хвороб і шкідників. Оскільки потреби сортів різняться, важливо формувати оптимальний агрофон для кожного окремого сорту. Агротехнічний метод при цьому дозволяє поєднати заходи захисту рослин із загальними технологічними операціями та водночас зменшити техногенне навантаження на довкілля.

Згідно з дослідженнями З. Б. А. Равадшеха, рівень розвитку септоріозу значно залежить від попередника. Найбільше ураження спостерігалось після чорного пару, гороху, сочевиці та чини, тоді як після вики, сої, кукурудзи на силос чи квасолі інфекційний процес був менш активним. Проте урожай зерна мав зворотну тенденцію, що підтверджує характер паразитизму Septoria tritici, який особливо активно розвивається на ослаблених рослинах.

Система обробітку ґрунту також впливає на ураження озимої пшениці септоріозом. Підтримання вологи, знищення бур’янів та падалиці сприяють зменшенню зараження молодих рослин. Встановлено, що мінімальний основний обробіток на стерньових попередниках значною мірою посилює розвиток септоріозу, тоді як після інших попередників вплив способу обробітку ґрунту менш помітний.

Не менш важливим чинником є строки сівби. У літературі трапляються суперечливі дані: одні дослідники вказують на сильніше ураження пізніх посівів, інші – навпаки, ранніх. Окрім того, норма висіву також впливає на інтенсивність розвитку септоріозу: із загущенням посівів ступінь ураження може зменшуватися. Так, при висіві 3 млн схожих зерен на гектар розвиток хвороби був у 3,5 раза вищим, ніж при нормі 5,5 млн.

Добрива відіграють ключову роль у формуванні стійкості рослин до патогенів. Повноцінне забезпечення рослин елементами живлення підвищує їхню здатність протистояти інфекції. Брак окремих елементів, навпаки,

робить їх більш уразливими. Калій зміцнює клітинні стінки, посилює стійкість до посухи та патогенів, фосфор сприяє розвитку кореневої системи, прискорює достигання та знижує сприйнятливість рослин до хвороб. За даними багатьох авторів, надлишок азоту стимулює розвиток септоріозу, тоді як фосфор, калій і мікроелементи – мідь, марганець, бор, залізо – зменшують його прояви. Зокрема, встановлена тісна залежність між інтенсивністю розвитку хвороби та вмістом азоту в листках.

Агротехнічні прийоми здебільшого не забезпечують повного захисту посівів пшениці від септоріозу, а лише зменшують інтенсивність розвитку цієї хвороби. У країні триває селекційна робота, спрямована на створення сортів пшениці з підвищеною та комплексною стійкістю до фітопатогенів. Зокрема, у відділі селекції пшениці Миронівського інституту селекція озимої пшениці на групову стійкість до хвороб здійснюється за програмою «Імунітет» у співпраці з фахівцями Інституту захисту рослин НААН [50].

За спостереженнями А. А. Саніної та ін. [47], сорти озимої м’якої пшениці Одеська 51 і ярої твердої Харьковська 46 виявляють підвищену стійкість до Septoria tritici. Л. А. Марченкова зі співавторами [51] з’ясувала, що сорти ярої пшениці Барнаульська 83, Уралочка, Комсомольська 90 та Вавіловська демонструють стабільну резистентність до Septoria nodorum і Septoria tritici.

А. І. Деревянкін [16] зазначає, що в Російській Федерації серед районованих і перспективних сортів відсутні повністю імунні форми. Найбільш витривалими до Septoria nodorum і Septoria tritici вважаються сорти Універсал, Безоста 1, Лютесценс 60, Миронівська 808 і Світоч. За інформацією В. Ф. Пересипкіна [52], у Миронівському інституті створено сорти Миронівська 808, Ювілейна 50 та Іллічівка, які характеризуються комплексною стійкістю до основних хвороб, зокрема й до септоріозів.

Сабадін В. Я. [35] радить вирощувати у Правобережному Лісостепу України сорти з відносною стійкістю до септоріозу, серед яких Миронівська 67, Миронівська 68, Крижинка, Циганка, Віра, Київська 8 і Носівчанка 1. Для Центрального Лісостепу рекомендовано Миронівську 67, Миронівську 68,

Крижинку, Херсонську 97, Копилівчанку, Перлину лісостепу, Поліську 90, Миронівські 33 і 27, Мирич, Мирхад, Експромт та СР-23.

Дослідження стійкості до септоріозу районованих і перспективних сортів озимої пшениці (Альбатрос одеський, Донецька 46, Донецька 48, Тира, Харківська 96 і 105, Харус) свідчать, що всі вони певною мірою сприйнятливі до цієї інфекції [20].

Оскільки організаційні й агротехнічні заходи не здатні суттєво стримати розвиток септоріозу, важливу роль у системі захисту посівів відіграють фунгіциди. У сучасних технологіях вирощування озимої пшениці передпосівна обробка насіння фунгіцидами проти інфекційних хвороб є обов'язковою складовою технології [26, 54], оскільки дає змогу пригнічувати як зовнішню, так і внутрішню інфекцію. Проте ефективність протруйників саме проти септоріозу вивчена поки що недостатньо.

Є дані, що протруєння насіння не забезпечує повного захисту молодих рослин: поширеність хвороби знижується лише на 10,7–17,7 %. Однак навіть така ефективність дозволяє відмовитися від внесення фунгіцидів восени [55]. Застосування фунгіцидів загалом зменшує спороутворення збудників, а отже — знижує інфекційний фон у посівах.

Дослідники також зазначають, що септоріоз часто уражує рослини одночасно з борошнистою росою та бурою іржею, тому для обробки посівів варто обирати фунгіциди широкого спектра дії [65].

За даними ВНДІ фітопатології РФ [56, 57], препарат Альто 400 к.с. суттєво перевищує за ефективністю давно застосовувані Засоби, такі як Тілт і Байлетон. Літературні джерела [58–62] свідчать, що фунгіциди, використані проти септоріозу та інших плямистостей озимої пшениці, не лише підвищують урожайність, а й покращують якісні показники зерна.

За повідомленнями С. С. Саніна та ін. [63], фунгіциди захисної дії зменшують розвиток септоріозу навіть за умов, сприятливих для інфекції. У Краснодарському краї РФ, за спостереженнями Ю. І. Бердиш [64], септоріоз є однією з домінуючих хвороб, а препарати Тілт, Тілт Преміум, Альто Супер і

Рекс показали високу ефективність. Л. М. Назарова та співавтори [58] також відзначають результативність фунгіцидів Альто, Тілт, Імпакт К, Байлетон, Фундазол у Ставропольському краї.

Вивчення механізму дії фунгіцидів передбачає оцінку їх впливу на формування інфекційних структур патогена. Дослідження довели, що найбільше інгібують проростання пікноспор Septoria tritici препарати Альто Супер 330 ЕС (91,9 %) та Рекс (96 %). Дещо слабший ефект відмічено у Байлетона (83,8 %), Імпакта К (79,7 %) та Тілт Преміум (71,7 %). Це свідчить, що фунгіциди пригнічують проростання спор патогена та обмежують їх життєздатність [60].

Одним із чинників ефективної дії фунгіцидів є кількість обробок. Найкращі результати одноразового обприскування досягаються тоді, коли його проводять напередодні формування прапорцевого листка. Незважаючи на широкий вибір фунгіцидів для боротьби з хворобами озимої пшениці, пошук нових препаратів і вдосконалення схем їх застосування тривають [10, 12].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматичні умови

Клімат регіону характеризується помірно континентальними умовами з відносно м’якими зимами та теплим літнім періодом. Середня температура січня становить близько –3,5 ºС, а липня — приблизно +20,5 ºС. Зафіксований абсолютний мінімум спостерігався у лютому 1929 року й досягав –32,2 ºС, тоді як максимальна температура становила від +39,4 до +39,9 ºС у літні місяці кінця XIX — першої половини XX століття. Протягом року випадає в середньому близько 649 мм опадів, найбільше з яких припадає на липень (до 88 мм), а найменше — на жовтень (близько 35 мм). Взимку формується сніговий покрив, середня його висота в лютому становить 20 см, а максимальні показники можуть досягати 44 см; у деякі роки зима майже безсніжна.

У середньому в місті фіксується дещо вища температура повітря, ніж у довколишніх територіях, особливо взимку. Найхолоднішим роком за весь період спостережень був 1942 рік із середньорічною температурою +5,1 ºС, а найтеплішим — 2024 рік (+10,6 ºС). Січневі температури коливалися від –14,9 ºС (1942 р.) до +2,1 ºС (2007 р.), тоді як липневі показники змінювалися в межах від +16,9 ºС (1902, 1935, 1979 рр.) до +25,6 ºС (1936 р.).

Найнижчі температури зазвичай припадають на кінець січня — початок лютого, а найвищі спостерігаються наприкінці липня — на початку серпня. Абсолютні мінімальні та максимальні температури становили відповідно –32,2 ºС (7 і 9 лютого 1929 р.) та +39,4 ºС (30 липня 1936 р.). За останні 100–120 років відзначається загальна тенденція до підвищення середньорічної температури приблизно на 1,5 ºС, найбільш істотне потепління спостерігається взимку та на початку весни.

Сума атмосферної вологи становить у середньому близько 619 мм на рік. Рівень відносної вологості протягом року залишається високим: у середньому 75 %, влітку — близько 65 %, узимку — до 90 %. Деколи трапляються періоди надзвичайно низької вологості, коли показник падає до 12 %. Абсолютна вологість коливається від 8,7 мбар за рік до 2–6 мбар узимку і 8–18 мбар у літні місяці. Найбільша кількість опадів спостерігається з квітня по жовтень — близько 400 мм, із максимумом у липні (~85 мм). Протягом року в середньому буває близько 160 днів з опадами, але цей показник значно варіює.

Тривалість зими зазвичай становить 90–120 днів, проте останніми роками вона скоротилася до 50–90 днів, а окремі роки характеризуються майже повною відсутністю метеорологічної зими. За багаторічними даними, стабільні від'ємні температури встановлюються після 20-х чисел листопада й тримаються до кінця березня, хоча через кліматичні зміни такі періоди трапляються все рідше.

Сніговий покрив зазвичай формується у грудні та тримається близько 90 днів, однак часті відлиги скорочують цей період. Зниження температур, переважно через вторгнення арктичного повітря, інколи призводить до суворих зим зі зниженням температури до –30 ºС і нижче.

Весна — найкоротша пора року. Вона настає в середині березня, коли середньодобова температура стабільно перевищує 0 ºС. Температури понад +5 ºС переважають уже наприкінці березня, а тепла весна (+10 ºС і більше) встановлюється з середини квітня. Заморозки трапляються до початку травня, а найпізніший із них спостерігався 22 травня 1917 року (–1,7 ºС).

Погодні та кліматичні особливості регіону разом із родючістю ґрунтів визначають умови росту та продуктивність сільськогосподарських культур. За середньобагаторічними показниками середня річна температура становить 8,5 ºС, сума активних температур понад 10 ºС сягає

2800–3000 ºС, а за вегетаційний період — близько 1823 ºС. Гідротермічний коефіцієнт у зоні досліджень дорівнює 1,4.

Середньорічна кількість опадів у районі проведення досліджень становить 532 мм, причому за період вегетації ярих культур (квітень—липень) випадає близько 372 мм. За сезонами опади розподіляються таким чином: 15 % — узимку, 25 % — навесні, 40 % — влітку та 20 % — восени.

Погодні умови 2024 року були загалом сприятливими для росту озимих зернових культур. Температура ґрунту протягом зими не знижувалася до критичних рівнів, а весняний період відзначався оптимальними умовами для відновлення вегетації. Кількість опадів у квітні майже відповідала нормі, а температури були лише незначно нижчими від багаторічних значень. У травні опади розподілялися рівномірно та забезпечили достатнє зволоження ґрунту.

У 2025 році рослини не відчували нестачі тепла, проте дефіцит вологи став основним обмежувальним фактором формування врожайності. Осінні температури відповідали середньобагаторічним значенням, а кількість опадів у цей період становила 136,2 мм. У грудні та січні температура перевищувала норму, а в лютому була дещо нижчою.

Весна 2024 року була холодною та пізньою: у березні температура була на 4,4 ºС нижчою від норми. У квітні й травні спостерігався дефіцит опадів та підвищений температурний фон, що призвело до швидкої втрати ґрунтової вологи. У червні, навпаки, випала надмірна кількість опадів.

У підсумку, погодні умови 2024–2025 рр. здебільшого були сприятливими для розвитку озимих зернових культур, за винятком окремих періодів із дефіцитом вологи або надмірним підвищенням температур.

2.2. Методика проведення досліджень

У межах виконання поставленої мети та завдань дослідження було

передбачено комплексне опрацювання низки питань. Насамперед планувалося здійснити ґрунтовний аналітичний огляд наукових джерел, у яких висвітлено сучасний стан вивчення проблеми, а також обґрунтувати актуальність і правильність вибору напряму досліджень. Важливою частиною роботи була розробка календарного плану проведення експерименту та ознайомлення з методичними аспектами його реалізації. Дослідникові необхідно було освоїти методику визначення площі листкової поверхні рослин озимої пшениці та здійснити відбір зразків рослинної продукції на дослідних ділянках. Подальший етап передбачав визначення площі листкової поверхні та розрахунок чистої продуктивності фотосинтезу, що дало змогу проаналізувати вплив комбінованого застосування макро- і мікродобрив. Окрему увагу приділено вивченню продуктивності рослин озимої пшениці залежно від удобрення, а також встановленню якісних характеристик отриманого зерна. Завершальним завданням стало обґрунтування економічної та енергетичної ефективності сумісного використання макро- і мікродобрив у агрофітоценозі озимої пшениці.

Фактор А (сорт)	Фактор В (макро- і мікродобрива)
КВС Ронін	Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$) Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Реаком, р., 5 л/га Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га
КВС Еміл	Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$) Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Реаком, р., 5 л/га Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га

Розміщення варіантів і повторень наведено на рис. 2.3.

сорт РОНІН																сорт ЕМІЛ															
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)				фон + Реаком, р., 5 л/га				фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га				фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га				Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)				фон + Реаком, р., 5 л/га				фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га				фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

I повторення II повторення III повторення IV повторення

Рис. 2.3. Схема розміщення варіантів та повторень досліду

Розмір дослідної ділянки для кожного варіанту становив 100 м², а розміщення варіантів у досліді було послідовним з чотирикратною повторністю. Озиму пшеницю сорту Кубус висівали звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см, використовуючи сівалку СЗ-3,6, при цьому глибина загортання насіння складала 4 см, а норма висіву – 3,5 млн схожих зерен на гектар. Технологія вирощування культури відповідала загальноприйнятим агротехнічним вимогам. Підживлення добривами здійснювали відповідно до схеми досліду у фазі виходу в трубку, а догляд за посівами полягав у внесенні комплексних добрив та застосуванні гербіциду Діален Супер, в.р.к., у фазі кущення для знищення бур'янів у нормі 0,5 л/га.

Характеристика сорту КВС Ронін (КВС Лохов ГмбХ, Німеччина)

Сорт пшениці зареєстрований у 2017 році та відноситься до категорії сильних сортів. Рекомендована зона вирощування включає Полісся, Лісостеп та Степ. Основні переваги сорту – дуже висока продуктивність колоса, висока стійкість до борошнистої роси, септоріозу листя та фузаріозу колоса, а також висока маса 1000 насінин.

Профіль сорту відповідає класу А. Висота рослин складає 99 см, маса 1000 насінин – висока до дуже високої. Колосіння середнє, достигання – середньопізнє, а кількість зерен у колосі – висока до дуже високої.

Агрономічні характеристики сорту включають середню до високу зимостійкість та середню стійкість до вилягання. Рекомендована норма висіву – 3,5–5,5 млн схожих насінин на гектар.

Характеристика сорту КВС Еміл (КВС Лохов ГмбХ, Німеччина)

Сорт пшениці зареєстрований у 2017 році та відноситься до фуражних. Рекомендована зона вирощування включає Полісся, Лісостеп та Степ. Основні переваги сорту – дуже висока зимостійкість, низькорослість, висока стійкість до вилягання, а також висока стійкість до піренофорозу та

септоріозу.

Профіль сорту відповідає класу В. Висота рослин становить 81 см, маса 1000 насінин – висока. Колосіння середнє, достигання – середньопізнє, а кількість зерен у колосі – висока.

Агрономічні характеристики включають високу зимостійкість та стійкість до вилягання, яка оцінюється як висока до дуже високої. Рекомендована норма висіву – 3,5–5,5 млн схожих насінин на гектар.

Характеристика макро- і мікродобрив

Реаком Плюс – це комплексне мікродобриво, яке поєднує висококонцентровані та збалансовані мікроелементи у формі, доступній для рослин. Добриво має відмінну розчинність і сумісне з більшістю засобів захисту рослин. Його застосовують для обробки насіння та позакореневого підживлення, коли на культурах помітні ознаки нестачі мікроелементів або це підтверджують аналізи ґрунту. Хімічний склад включає такі компоненти: N – 0–20%, P_2O_5 – 0–20%, K_2O – 0–20%, MgO – 12%, S – до 6%, CaO – до 2,3%, NaO – до 1,4%, B – до 2,6%, Co – до 3,25%, Cu – до 5%, Zn – до 2%, Fe – до 5%, Mn – до 5%, Mo – до 1%, Mg – до 5%, а також мікроелементи Cr, Ni, V, Ti, Al, Ag, Sr, Se, J, рідкоземельні елементи та фіторегулятори росту.

Реаком Плюс підвищує імунітет рослин до різних захворювань, таких як хлороз чи фітофтороз, сприяє збільшенню врожайності на 20–30% і поліпшенню якісних показників зерна, включаючи вміст сухої речовини, білка, крохмалю, цукру та вітаміну С. Добриво повністю розчинне у воді, проте при введенні концентрованого розчину у висококонцентровані мінеральні розчини можливе випадання осаду. Стабільність хелатів залежить від кислотності середовища: у кислих розчинах (pH <2) та лужних (pH >9) вони руйнуються. Довге перебування на світлі також знижує концентрацію хелатів, яка може впасти наполовину за два дні.

Нутрівант Плюс – водорозчинне добриво з прилипачем Фертівант, призначене для позакореневого підживлення озимої та ярого зернових культур, жита, ячменю, кукурудзи, рису, вівса, проса, сорго та тритикале.

Виробництво – «Агровант ЛТД», Ізраїль. Хімічний склад: N – 0–12%, P_2O_5 – 5–50,1%, K_2O – 24–44,5%. Добриво має форму твердого кристалічного порошку.

Нутрівант Плюс забезпечує рослини легкодоступними мінеральними елементами, особливо ефективний на середньому та високому мінеральному фоні. При осінньому внесенні підвищує холодо- та морозостійкість озимих культур, стимулює ріст та продуктивну кущистість рослин, покращує колосіння, сприяє формуванню більшої кількості зерен у колосі та подовжує функціонування прапорцевого листка. Це забезпечує кращий налив зерна та підвищує врожайність на 5–6 ц/га, а також збільшує вміст білка на 1,5–2%.

Добриво застосовують восени у фазі 3–5 листків озимих культур у дозі 1,5–2 кг/га, проте не пізніше ніж за 15–20 днів до закінчення осінньої вегетації. Навесні – на початку весняного кущіння 3 кг/га, а в кінці виходу в трубку – 2–3 кг/га. Для отримання зерна з підвищеним вмістом білка рекомендується додаткове внесення у фазі молочної стиглості комбіновано з рідкими азотними добривами, такими як карбамідно-аміачна суміш або карбамід у дозі 1–2 кг/га.

Альфа Гроу Екстра – концентроване рідке комплексне мікродобриво, призначене для всіх видів і сортів зернових культур. Воно являє собою водний розчин, що містить збалансований набір макро- і мікроелементів у схелатованій формі, легкодоступній для рослин. Хімічний склад включає: N – 0–27,5%, P_2O_5 – 0–35%, K_2O – 0–26%, MgO – 12%, S – 0–20%, Co – 0,72%, Cu – 0–12,5%, Zn – 0–10%, Fe – 0–2%, Mn – 0–11%, Mo – 0–1%, MnO – 0–12%, Ti – 0–0,8%, J – 0–0,003%, SiO_2 – 0–1,1% та C – 0–9%.

Компоненти препарату Альфа-Нано-Гроу входять до складу ферментів рослинного організму (Zn – карбоангідраза, Cu – поліфенолоксидаза, Mn – аргиназа, Mo – ксантиноксидаза), регулюючи обмінні процеси, ріст, розмноження, тканинне дихання та внутрішньоклітинний обмін. Добриво підвищує стійкість рослин до посухи, низьких температур, вилягання та патогенів, покращує фізіологічний стан, збільшує масу 1000 зерен і вміст

білка на 10–20%.

Рекомендована норма витрати – 1–1,5 л/га, кількість позакореневих підживлень – 2–3 за вегетаційний період. Робочий розчин рекомендується застосовувати в нормі 300 л/га, уникаючи внесення при сильному сонячному випромінюванні, високих температурах та поривчастому вітрі.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин пшениці озимої проводили за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Площу листкового апарату визначали методом «висічок» у фазах кущення, трубкування, колосіння та молочної стиглості зерна. Інтенсивність приросту рослин оцінювали за формулою чистої продуктивності фотосинтезу, що враховує масу рослин, площу листя та тривалість періоду росту.

Перед збиранням урожаю у фазу воскової стиглості визначали продуктивну кущистість, рахуючи кількість стебел і продуктивних колосків на загальну кількість стебел. Відбір проб проводили на ділянках площею 0,25 м², після чого лабораторно визначали структуру врожаю: довжину стебла та колоса, число колосків і зерен у колосі, масу 1000 зерен та масу зерна з одного колоса. Структуру біологічного врожаю визначали за методикою М.А. Бобро.

Енергетичну ефективність сумісного застосування макро- і мікродобрив визначали за методикою Медведовського О.К., розраховуючи сукупну витрачену енергію на виробництво валової продукції з урахуванням технологічних карт вирощування та енергетичних еквівалентів спожитих засобів виробництва. Економічну ефективність обчислювали за загальноприйнятими методиками на основі чинних нормативів. Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Доспєховим Б.А. із використанням прикладних комп’ютерних програм.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Продуктивність озимих зернових культур визначається параметрами росту та розвитку рослин, станом їх фотосинтетичного апарату, тривалістю вегетаційного періоду та функціонуванням листової поверхні як основного органу фотосинтезу. Формування цих показників залежить як від біологічних особливостей сортів, так і від зовнішніх факторів та застосування технологічних прийомів.

Важливим показником фотосинтетичної діяльності зернових культур є площа листкової поверхні. Згідно з дослідженнями О.О. Ничипоровича, високу врожайність можна отримати за площі листкової поверхні 30–40 тис. м²/га у період найвищої активності посівів. Пізніші роботи вченого та інших дослідників встановили оптимальну площу листків у межах 40–50 тис. м²/га. При меншій площі листя ефективність фотосинтезу знижується через недостатнє використання сонячної енергії, а при більшій – через інтенсивне підсихання та відмирання листків нижнього і середнього ярусів. С.П. Танчик вважав оптимальною таку площу, коли на ґрунт потрапляє не більше 5% сонячної енергії.

Дослідження Ф.М. Купермана показали, що зменшення площі асимілюючої поверхні від оптимальної на 15–20% призводить до зниження продуктивності рослин. Оптимальні умови для формування високого врожаю створюються, коли загальна площа листків у 4–5 разів перевищує площу ґрунту, зайнятого рослинами. Велика площа листя сприяє кращому газообміну і забезпечує повніше поглинання, перетворення та використання світлової енергії. Проте, за надто великої площі (70–80 тис. м²/га) інтенсивність фотосинтезу знижується через затінення нижнього і середнього

ярусів листків. Оптимальними, за достатньої освітленості, вважають посіви з площею листків 45–55 тис. м²/га.

Із виведенням сортів високої інтенсивності, що характеризуються більшими листками та вищою потенційною врожайністю, показники площі листкової поверхні змінюються. Сорти з добре розвиненою листковою поверхнею формують вищу зернову продуктивність, а більш високорослі – потужніший листковий апарат. Так, у дослідженнях Інституту зернового господарства НААН на фоні мінерального живлення N150P60K60 пшениця озима сорту Зіра формувала площу листкової поверхні 58,9 тис. м²/га, тоді як у контролі без добрив цей показник становив 39,7 тис. м²/га.

У наших дослідах на розміри асиміляційної поверхні рослин пшениці також впливали технологічні прийоми вирощування. Встановлено, що в середньому за роки досліджень площа листкової поверхні рослин сорту Ронін становила 35,2–44,0 тис. м²/га, а сорту Еміл – 33,1–42,4 тис. м²/га. Використання добрива **Нутрівант Плюс** у дозі 2,5 кг/га шляхом позакореневого підживлення забезпечувало збільшення площі листкової поверхні у сорту Ронін на 7,3 тис. м²/га порівняно з контролем, а у сорту Еміл – на 7,6 тис. м²/га.

Таблиця 3.1

Площа листкової поверхні сортів пшениці озимої у фазі колосіння залежно від застосування макро- і мікродобрив (2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Сорт Ронін		Сорт Еміл	
	тис. м²/га	± до контролю	тис. м²/га	± до контролю
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	35,2	–	33,1	–
Фон + Реаком, р., 5 л/га	43,1	7,9	41,2	8,1
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	42,5	7,3	40,7	7,6
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	44,0	8,8	42,4	9,3

Позакореневе підживлення рослин у фазі виходу в трубку добривом Реаком у дозі 5 л/га сприяло значному збільшенню площі листкової поверхні. У сорту Ронін цей показник зріс на 7,9 тис. м²/га порівняно з контролем, а у сорту Еміл – на 8,1 тис. м²/га.

Найбільшу площу листкової поверхні, 44,0 тис. м²/га, сформував сорт Ронін за умов застосування позакореневого підживлення добривом Альфа Гроу-Екстра у дозі 1,5 л/га, що на 8,8 тис. м²/га більше порівняно з контролем. У сорту Еміл цей показник був дещо нижчим – 42,4 тис. м²/га, що на 9,3 тис. м²/га перевищувало контроль.

Важливим показником фотосинтетичної діяльності посівів пшениці озимої є фотосинтетичний потенціал, який визначає сумарну площу листкової поверхні, що функціонувала протягом активного періоду вегетації.

Фотосинтетична активність рослин, а також їхній азотний статус безпосередньо впливають на накопичення сухої речовини та азоту в колосі наприкінці фази колосіння – цвітіння. Підвищення якості зерна пшениці значною мірою визначається застосуванням заходів, що поліпшують поглинання і розподіл азоту та інтенсифікують роботу фотосинтетичного апарату.

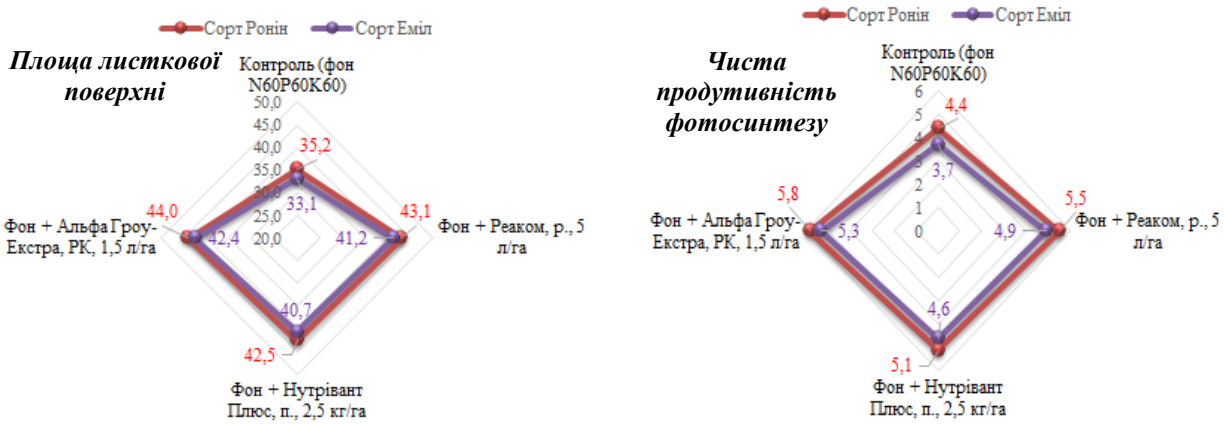


Рис. 3.1. Площа листкової поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу сортів пшениці озимої у фазі колосіння залежно від застосування макро- і мікродобрив

Дослідження, проведені в Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ, показали, що підвищення рівня мінерального живлення сприяє зростанню показників фотосинтетичної діяльності посівів, зокрема листкового індексу та вмісту хлорофілу в листках інтенсивних сортів озимої пшениці. Встановлено, що існує прямий взаємозв'язок між фотосинтетичним потенціалом листків, урожайністю та якістю зерна, що підкреслює важливість регулювання потужності фотосинтетичного апарату через оптимальний рівень мінерального живлення.

Отримані нами дані за 2024–2025 роки також підтверджують, що позакореневе підживлення пшениці озимої суттєво впливає на фотосинтетичний потенціал посівів. Зокрема, підживлення добривом Нутрівант Плюс у дозі 2,5 кг/га у сорту Ронін забезпечило чисту продуктивність фотосинтезу на рівні 5,1 г/м² за добу, що на 16 % більше порівняно з контролем. У сорту Еміл цей показник становив 4,6 г/м² за добу, або на 24 % більше порівняно з контролем.

Застосування добрива Реаком у дозі 5 л/га шляхом позакореневого підживлення в фазі виходу в трубку також сприяло збільшенню чистої продуктивності фотосинтезу. У сорту Ронін вона зросла на 1,1 г/м² за добу, або на 25 %, а у сорту Еміл – на 1,2 г/м² за добу, або на 32 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.2

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів пшениці озимої у фазі колосіння залежно від застосування макро- і мікродобрив (2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Сорт Ронін		Сорт Еміл	
	г/м^2 за добу	± до контролю	г/м^2 за добу	± до контролю
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	4,4	–	3,7	–

Фон + Реаком, р., 5 л/га	5,5	1,1	4,9	1,2
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	5,1	0,7	4,6	0,9
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	5,8	1,4	5,3	1,6

Застосування позакореневого підживлення добривом Альфа Гроу-Екстра, РК у дозі 1,5 л/га у сорту Ронін забезпечує збільшення чистої продуктивності фотосинтезу на 1,4 г/м^2 за добу або 32% порівняно з контролем, а у сорту Еміл – на 1,6 г/м^2 за добу або 43%.

3.1. Вплив застосування макро- і мікродобрив на структуру врожаю сортів пшениці озимої

Програмою досліджень передбачалося вивчення впливу позакореневого підживлення макро- і мікродобривами у хелатній формі на елементи структури врожаю сортів пшениці озимої (табл. 3.3). Аналіз отриманих результатів показав, що використання таких добрив у посівах сорту Ронін сприяло змінам продуктивних показників. Зокрема, кількість продуктивних стебел на 1 м² коливалася в межах 512–519 шт., довжина колоса – 9,3–10,8 см, число колосків у колосі – 13,8–17,7 шт., кількість зерен у колосі – 25,3–30,4 шт., маса зерна з колоса – 1,17–1,26 г, а маса 1000 зерен – 43,1–45,0 г.

Для сорту Еміл спостерігалася подібна тенденція: продуктивних стебел на 1 м² налічувалося 498–507 шт., довжина колоса варіювалася від 8,8 до 10,5 см, число колосків у колосі – 13,4–17,5 шт., кількість зерен у колосі – 24,5–29,9 шт., маса зерна з колоса – 1,09–1,21 г, а маса 1000 зерен – 41,8–44,1 г.

Таблиця 3.3

Вплив макро- і мікродобрив на структуру врожаю зерна сортів пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Кількість продуктивних стебел з 1 м^2, шт.	Довжина колоса, см	Кількість, шт.		Маса, г	
			колосків в колосі	зерен в колосі	зерна з 1 колоса	1000 зерен
сорт Ронін						
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	512	9,3	13,8	25,3	1,17	43,1
Фон + Реаком, р., 5 л/га	517	10,1	16,5	29,6	1,24	44,4
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	516	10,0	16,0	28,9	1,23	43,9
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	519	10,8	17,7	30,4	1,26	45,0
сорт Еміл						
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	498	8,8	13,4	24,5	1,09	41,8
Фон + Реаком, р., 5 л/га	505	9,8	16,2	29	1,18	43,3
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	503	9,6	15,9	28,1	1,16	42,8
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	507	10,5	17,5	29,9	1,21	44,1

Позакореневе підживлення пшениці озимої сорту Ронін добривом Нутрівант Плюс у дозі 2,5 кг/га сприяло збільшенню продуктивних стебел на 1 м² на 4 шт., подовженню колоса на 0,7 см, зростанню кількості колосків у колосі на 2,2 шт., кількості зерен у колосі на 3,6 шт., маси зерна з колоса на 0,06 г та маси 1000 зерен на 0,8 г порівняно з контролем. Для сорту Еміл ці показники зросли відповідно на 5 шт. продуктивних стебел, на 0,8 см довжини колоса, на 2,5 шт. колосків у колосі, на 3,6 шт. зерен у колосі, на 0,07 г маси зерна з колоса та на 1,0 г маси 1000 зерен.

Застосування добрива Реаком у дозі 5 л/га під час фази виходу в трубку сприяло підвищенню продуктивності сорту Ронін: кількість продуктивних стебел на 1 м² зросла на 5 шт., довжина колоса на 0,8 см, кількість колосків у колосі на 2,7 шт., зерен у колосі на 4,3 шт., маса зерна з колоса на 0,07 г, а

маса 1000 зерен на 1,3 г порівняно з контролем. Для сорту Еміл приріст склав відповідно 7 шт. продуктивних стебел, 1,0 см довжини колоса, 2,8 шт. колосків у колосі, 4,5 шт. зерен у колосі, 0,09 г маси зерна з колоса та 1,5 г маси 1000 зерен.

Найвищі значення елементів структури врожаю спостерігалися при застосуванні добрива Альфа Гроу-Екстра шляхом позакореневого підживлення обох сортів. У сорту Ронін кількість продуктивних стебел на 1 м² зросла на 7 шт., довжина колоса на 1,5 см, число колосків у колосі на 3,9 шт., кількість зерен у колосі на 5,1 шт., маса зерна з колоса на 0,09 г, маса 1000 зерен на 1,9 г. Для сорту Еміл приріст становив відповідно 9 шт. продуктивних стебел, 1,7 см довжини колоса, 4,1 шт. колосків у колосі, 5,4 шт. зерен у колосі, 0,12 г маси зерна з колоса та 2,3 г маси 1000 зерен.

3.2. Вплив застосування макро- і мікродобрив на урожайність зерна сортів пшениці озимої

Для отримання високої врожайності зерна пшениці озимої важливо забезпечити рослини не лише макроелементами, а й достатньою кількістю мікроелементів. Раніше частково цю потребу задовольняли за рахунок внесення органічних добрив, зокрема гною, проте в останні роки його застосування практично не здійснюється. Сучасною інновацією в рослинництві є використання комплексних добрив, що містять магній, сірку, кальцій, макро- і мікроелементи у хелатній формі. Через це актуальними стають дослідження щодо ефективності таких добрив на посівах зернових культур, зокрема пшениці озимої, та визначення оптимальних схем їх внесення.

Система удобрення пшениці озимої зазвичай включає три основні прийоми: основне внесення, передпосівне внесення та листкове підживлення. Дослідження та практика показують, що існують три «критичні» періоди в розвитку зернових, коли потреба рослин у поживних речовинах, особливо в

мікроелементах, є найвищою. Перший етап – фаза 3–5 листків, яка дозволяє підготувати рослину до зимівлі і проводиться не пізніше ніж за 15–20 днів до настання морозів. Другий етап – кінець кущіння, що активізує морфофізіологічні процеси. Третій етап – кінець виходу в трубку та початок колосіння, коли формуються та розвиваються зерна, і якість майбутнього врожаю значною мірою визначається саме цим періодом.

Результати наших досліджень за 2024–2025 рр. показують, що застосування макро- і мікродобрив позитивно впливало на врожайність пшениці озимої. Так, позакореневе підживлення добривом Нутрівант Плюс у дозі 2,5 кг/га забезпечувало приріст урожайності на 0,35 т/га або 5,9% у сорту Ронін та на 0,39 т/га або 7,3% у сорту Еміл порівняно з контролем.

Підживлення рослин у фазі виходу в трубку добривом Реаком у дозі 5 л/га підвищувало врожайність зерна на 0,47 т/га (8,0%) у сорту Ронін та на 0,58 т/га (10,9%) у сорту Еміл.

Найбільший урожай був отриманий при використанні Альфа Гроу-Екстра у дозі 1,5 л/га шляхом позакореневого підживлення. У сорту Ронін цей варіант забезпечив 6,49 т/га, що на 0,6 т/га (10,2%) більше, ніж у контролі, а у сорту Еміл приріст склав 0,76 т/га (14,3%).

Таблиця 3.4

Вплив макро- і мікродобрив на урожайність зерна сортів пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Макро- і мікродобрива, фактор В	Сорт, фактор А		Середнє по фактору В
	Ронін	Еміл	
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	5,89	5,32	5,60
Фон + Реаком, р., 5 л/га	6,36	5,90	6,13
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	6,24	5,71	5,97
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	6,49	6,08	6,29

Середнє по фактору А		6,24	5,75	6,00
$НІР_{0,05}$	А	2024 р. – 0,24;	2025 р. – 0,20	
	В	2024 р. – 0,35;	2025 р. – 0,28	
	АВ	2024 р. – 0,17;	2025 р. – 0,14	

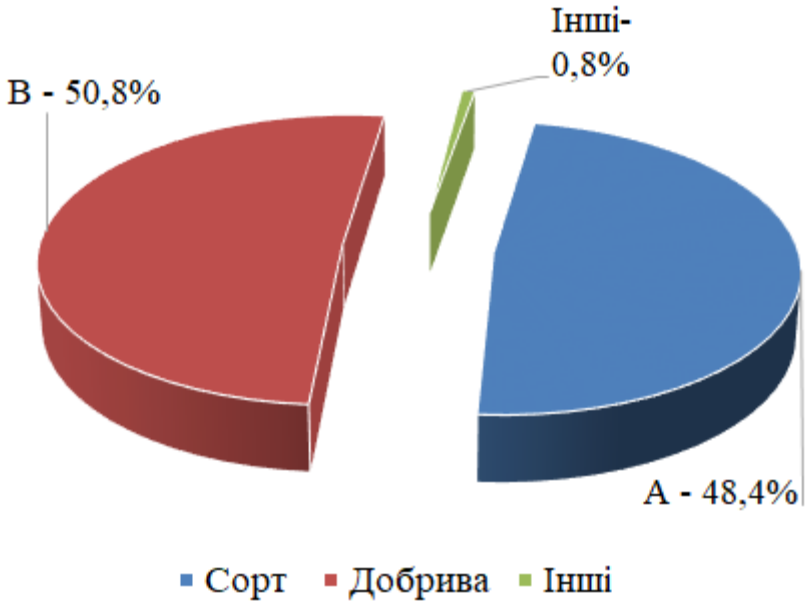


Рис. 3.2. Частка впливу факторів на урожайність зерна пшениці озимої

Аналіз урожайності проводили методом дисперсійного аналізу. Результати показали, що існує значуща різниця між показниками контрольного варіанту та дослідних ділянок, де застосовували макро- і мікродобрива у хелатній формі – Нутрівант Плюс, Реаком та Альфа Гроу-Екстра. Так, величина НІР05 склала 0,28–0,35 т/га, що значно менше, ніж фактична різниця між урожайністю контрольного варіанту та експериментальних ділянок.

3.3. Вплив застосування макро- і мікродобрив на якість зерна сортів пшениці озимої

Якість продовольчого зерна пшениці є важливим показником, який не може компенсуватися лише високою врожайністю. Середній хімічний склад зерна пшениці складає приблизно 12 % води, 14 % білків, 2,0 % жирів, 65 % вуглеводів без клейковини, 2,5 % клітковини та 1,8 % золи. І кількість, і

якість зерна озимої пшениці залежать від біологічних особливостей сортів та умов вирощування. Технологічна, борошномельна та комерційна цінність зерна визначається насамперед вмістом білка та клейковини. Як білок, так і клейковина мають спадковий характер і значною мірою залежать від сорту, проте їх рівень може варіюватися залежно від географічного розташування, кліматичних умов, властивостей ґрунту та застосованої агротехніки.

За результатами наших досліджень 2024–2025 рр. встановлено, що застосування макро- та мікродобрив позитивно впливає на якість зерна різних сортів пшениці озимої.

Таблиця 3.5

Вплив макро- і мікродобрив на якість зерна сортів пшениці озимої, % (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Сорт Ронін		Сорт Еміл	
	вміст білка в зерні	вміст клейковини	вміст білка в зерні	вміст клейковини
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	13,2	26,0	12,4	24,4
Фон + Реаком, р., 5 л/га	13,9	27,5	13,2	26,0
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	13,8	26,7	13,0	25,1
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	14,2	28,1	13,6	26,7

Позакореневе підживлення пшениці озимої добривом Нутрівант Плюс, п. у нормі 2,5 кг/га сприяє підвищенню вмісту білка та клейковини у зерні сортів Ронін та Еміл на 0,6 % і 0,7 % відповідно порівняно з контролем.

Використання добрива Реаком, р. у фазі виходу в трубку у дозі 5 л/га також позитивно впливає на якість зерна: у сорту Ронін спостерігається збільшення білка на 0,7 %, а клейковини – на 1,5 %, тоді як у сорту Еміл ці показники зростають на 0,8 % та 1,6 % відповідно.

Найвищі результати щодо показників якості зерна отримано при застосуванні добрива Альфа Гроу-Екстра, РК. У цьому варіанті у сорту Ронін вміст білка збільшується на 1,0 %, а клейковини – на 2,1 %. У сорту Еміл спостерігається підвищення цих показників на 1,2 % та 2,3 % відповідно.

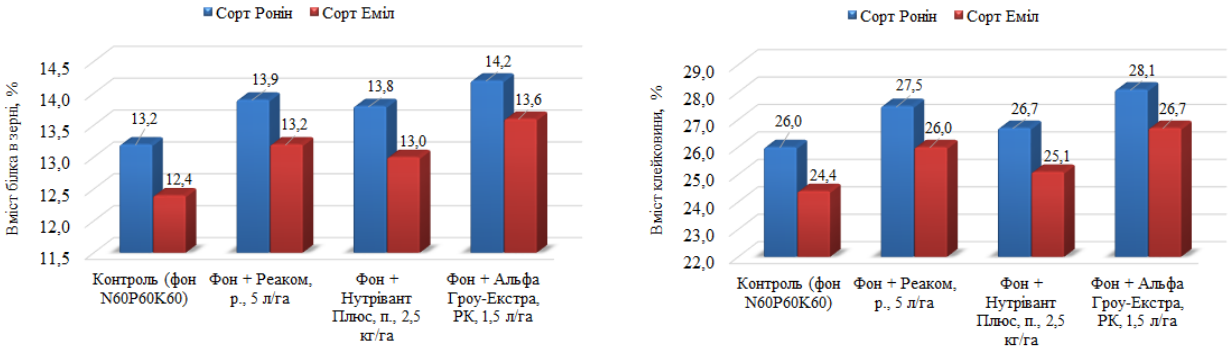


Рис. 3.3. Вміст білка та клейковини в зерні сортів пшениці озимої залежно від застосування макро- і мікродобрив

Отже, найвищі показники якості зерна були зафіксовані у сорту Ронін при застосуванні позакореневого підживлення добривом Альфа Гроу-Екстра, РК у нормі 1,5 л/га. У цьому варіанті зерно містило 14,2 % білка та 28,1 % клейковини, що відповідає вимогам І класу групи А за ДСТУ 3768:2010.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ

4.1. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої

Економічна ефективність застосування засобів захисту рослин визначається з урахуванням розміру збереженого врожаю, його кількісних і якісних характеристик, а також витрат на проведення агротехнічних заходів. Для її оцінки використовують показники, такі як валовий збір продукції з одиниці площі, вартість виробленої продукції, продуктивність праці, собівартість одиниці продукції, чистий прибуток та рентабельність виробництва. Витрати на обробку культур, включаючи заходи захисту, визначаються за технологічними картами. Собівартість продукції розраховується як сума виробничих витрат, віднесених на одиницю продукції. Вона впливає на інші показники ефективності виробництва: величину чистого прибутку та рівень рентабельності. Чистий прибуток з 1 га визначається як різниця між вартістю додаткової продукції та витратами на її захист, збір, транспортування і реалізацію. Основним показником економічної ефективності виробництва є рентабельність.

Розрахунки економічної ефективності застосування макро- і мікродобрив у посівах пшениці озимої спільно з фунгіцидом Альто Супер 330 ЕС показали, що позакореневе підживлення комплексними добривами забезпечує умовно чистий прибуток у межах 11 983,5–15 567,4 грн. за рентабельності 126–147 %. Використання добрива Нутрівант Плюс у сорту Ронін дозволяє збільшити умовно чистий прибуток до 14 548,4 грн., що відповідає рівню рентабельності 137 %, тоді як у сорту Еміл показники становлять 13 016,8 грн. і 129 % рентабельності відповідно. Собівартість продукції на сорту Ронін складає 1 707,5 грн/т, а на сорту Еміл – 1 732,5

грн/т.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність застосування макро- і мікродобрив в агроценозі сортів пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Макро- і мікродобрива	Урожай-ність, т/га	Валовий вихід прод., грн./га	Затрати, грн./га	Собівар-тість, грн./т	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабе-льності, %
Сорт Ронін						
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	5,89	23748	10181,1	1732,5	13566,9	134
Фон + Реаком, р., 5 л/га	6,36	25654	10664,7	1680,0	14989,3	141
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	6,24	25187	10638,7	1707,5	14548,4	137
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	6,49	26197	10629,6	1640,0	15567,4	147
Сорт Еміл						
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	5,32	21510	9526,0	1792,5	11983,5	126
Фон + Реаком, р., 5 л/га	5,90	23868	10264,4	1740,0	13603,2	133
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	5,71	23084	10067,2	1765,0	13016,8	129
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	6,08	24587	10333,0	1700,0	14253,5	138

Позакореневе підживлення пшениці озимої добривом Реаком, р. дозволяє сорту Ронін отримати умовно чистий прибуток у розмірі 14 989,3 грн., а сорту Еміл – 13 603,2 грн., що на 1 422,4 та 1 619,7 грн. перевищує показники контролю. При цьому рентабельність вирощування обох сортів підвищується на 7 % у порівнянні з контролем.

Застосування добрива Альфа Гроу-Екстра, РК у фазі виходу в трубку шляхом позакореневого підживлення забезпечує ще більш високі економічні результати: умовно чистий прибуток сорту Ронін зростає на 2 000,5 грн., а сорту Еміл – на 2 270,0 грн. порівняно з контролем. Рівень рентабельності

відповідно підвищується на 13 % для сорту Ронін та на 12 % для сорту Еміл.

Таким чином, найвищу економічну ефективність при вирощуванні пшениці озимої зафіксовано для сорту Ронін при використанні Альфа Гроу-Екстра, РК у фазі виходу в трубку шляхом позакореневого підживлення. У цьому варіанті рентабельність досягла максимального значення – 147 %.

4.2. Енергетична оцінка вирощування пшениці озимої

У сучасному сільському господарстві велике значення має оцінка енергетичних витрат у системі технологій вирощування культур. Сучасні методи виробництва зернових передбачають значне збільшення витрат енергії на техніку, добрива, пестициди та інші ресурси. Раціональне використання енергії є однією з ключових умов підвищення продуктивності агровиробництва.

Впровадження енергетичного аналізу дозволяє оцінювати ефективність ресурсозберігаючих і енергозберігаючих технологій у рослинництві. Такий аналіз передбачає визначення витрат непоновлюваної енергії на одиницю продукції та порівняння її з отриманою енергією, вираженою в стандартизованих одиницях. Для розрахунку сумарної витраченої енергії враховують як пряму, так і непряму енергію, що витрачається на засоби виробництва, матеріали та живу працю. Відношення енергії, акумульованої у врожаї, до загальних витрат визначає коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее).

У наших дослідженнях оцінювали енергетичну ефективність застосування макро- і мікродобрив у посівах пшениці озимої. Результати показали, що позакореневе підживлення добривами дозволяє отримати від 23 143 306 до 25 500 858 млн. ккал енергії на 1 га, при коефіцієнті енергетичної ефективності 2,32–2,55.

Зокрема, внесення добрива Нутрівант Плюс, п. у дозі 2,5 кг/га збільшувало енергію, накопичену у прирості врожаю, на 1 375 238,9 млн.

ккал на 1 га порівняно з контролем. У цьому випадку коефіцієнт енергетичної ефективності досягав 2,46 одиниць.

Таблиця 4.2

Енергетична ефективність застосування макро- і мікродобрив в агроценозі сорту Ронін пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Затрати непоновлюваної енергії на 1 т зерна, млн. ккал	Акумульована енергія урожаєм 1 га, млн. ккал	Коеф. енерг. ефект. (Кее)
Контроль (фон $N_{60}P_{60}K_{60}$)	5,89	1694641,6	23143306	2,32
Фон + Реаком, р., 5 л/га	6,36	1569408,6	24990055	2,50
Фон + Нутрівант Плюс, п., 2,5 кг/га	6,24	1599589,6	24518545	2,46
Фон + Альфа Гроу-Екстра, РК, 1,5 л/га	6,49	1537972,1	25500858	2,55

Позакореневе підживлення пшениці озимої у фазі виходу в трубку добривом Реаком, р. у нормі 5 л/га сприяє збільшенню енергії, накопиченої у врожаї, на 1 846 749,4 млн. ккал на 1 га порівняно з контролем, при цьому коефіцієнт енергетичної ефективності досягає 2,50.

Найвищий показник енергії, акумульованої у врожаї (25 500 858 млн. ккал на 1 га), був отриманий за використання позакореневого підживлення добривом Альфа Гроу-Екстра, РК, що на 2 357 552,4 млн. ккал більше, ніж у контрольному варіанті. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності досягнув максимального значення — 2,55 одиниць.

Р О З Д І Л 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Одним із ключових напрямів досягнення високих і стабільних урожаїв у сучасному рослинництві є застосування інтенсивних технологій, що включають використання регуляторів росту рослин. На сучасному етапі інтенсифікації сільського господарства широко використовують мінеральні добрива, пестициди та інші хімічні речовини, які, поряд із підвищенням продуктивності культур, істотно впливають на умови життя ґрунтової біоти. Більшість цих змін мають негативний ефект, зокрема зменшують вміст гумусу в ґрунті. Тому розвиток і поглиблення досліджень, спрямованих на створення більш ефективних і екологічно безпечних технологій вирощування основних культур, залишається актуальним і перспективним напрямом наукової роботи.

Згідно з даними літератури, застосування регуляторів росту дозволяє додатково отримати 10–25 % валового збору сільськогосподарської продукції. За підрахунками, використання цих препаратів на більшості посівів країни щорічно могло б забезпечити додаткову продукцію вартістю близько шести мільярдів гривень.

Дослідження та виробничі випробування підтверджують, що застосування регуляторів росту є доступним і високорентабельним агрозаходом, що дозволяє підвищити продуктивність основних сільськогосподарських культур і покращити якість продукції. Новітні регулятори росту виявляють ефективність, що перевищує показники найкращих зарубіжних препаратів, зокрема Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія), а також препаратів іспанської фірми «Інагоросса» та деяких інших.

РОЗДІЛ 6
ЕКОЛОГІЯ

Гербіциди, як біологічно активні речовини, часто можуть чинити шкідливий вплив на довкілля. Тому для мінімізації негативних наслідків важливо суворо дотримуватися встановлених норм щодо їх застосування, включно з дозами, термінами внесення та способами використання.

Одним із ключових аспектів безпечного застосування гербіцидів є контроль гранично допустимих концентрацій (ГДК) препаратів у продукції, ґрунті, воді та робочій зоні. Це дозволяє уникнути шкоди для здоров’я людей, які працюють на оброблених ділянках або споживають продукцію із зони внесення, а також запобігає перенесенню хімікатів у місця з нижчими концентраціями.

Особлива увага приділяється дотриманню максимально допустимих рівнів залишків пестицидів (МДР) не лише в сільськогосподарській продукції, а й у харчових продуктах, виготовлених з неї, таких як борошно, олія, цукор, молоко, яйця, тютюнові вироби тощо. Особливо ретельно контролюють МДР у продуктах дитячого та дієтичного харчування.

Велике значення має виконання вимог «Інструкції з техніки безпеки при зберіганні, транспортуванні та застосуванні пестицидів у сільському господарстві». У ній регламентуються правила перевезення препаратів, будівництво складів, їх відстань від населених пунктів і тваринницьких приміщень, а також встановлюються захисні смуги при наземному та авіаційному обприскуванні культур поблизу чутливих рослин, водойм і інших об’єктів (ширина смуг від 300 м до 2 км).

Пестициди, зокрема гербіциди, впливають не лише на цільові об’єкти — бур’яни, шкідників чи патогенні мікроорганізми — а й можуть чинити ефекти на інші організми. Деякі гербіциди проявляють додаткові фунгіцидні та інсектицидні властивості, можуть впливати на водну фауну, теплокровних тварин та людину. Наслідки такого впливу різноманітні, тому ведеться їх

постійне вивчення, розробляються заходи для мінімізації ризиків. Препарати з доведеним шкідливим ефектом на людей або тварин не допускаються до використання.

ВИСНОВКИ

Метеорологічні умови у період проведення досліджень були переважно сприятливими для забезпечення високої продуктивності пшениці озимої.

Позакореневе підживлення рослин у фазі виходу в трубку добривом **Альфа Гроу-Екстра, РК** у дозі 1,5 л/га сприяло підвищенню площі листкової поверхні сорту **Ронін** на 8,8 тис. м²/га порівняно з контролем. Чиста продуктивність фотосинтезу при цьому збільшилася на 1,4 г/м² за добу, що становить приріст 32% у порівнянні з контролем.

Використання цього добрива також позитивно вплинуло на структуру врожаю: кількість продуктивних стебел з 1 м² зросла на 7 шт., довжина колосу — на 1,5 см, кількість колосків у колосі — на 3,9 шт., кількість зерен у колосі — на 5,1 шт., маса зерна з одного колосу збільшилася на 0,09 г, а маса 1000 зерен — на 1,9 г.

Урожайність зерна сорту **Ронін** при позакореневому підживленні добривом **Альфа Гроу-Екстра, РК** зросла на 0,6 т/га або 10,2% порівняно з контролем.

Щодо якості зерна, найвищі показники були отримані у сорту **Ронін**: вміст білка склав 14,2%, а клейковини — 28,1%, що відповідає вимогам І класу групи А за **ДСТУ 3768:2010**.

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої також була максимальною у сорту **Ронін** за застосування цього добрива в фазі виходу в трубку, при цьому рівень рентабельності досяг 147%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Климчик О.В., Поліщук І.С., Мазур В.А. Лікарські рослини. Технологія вирощування. Навчальне видання – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 186 с.

2. Федорчук М.І. Теоретичне і практичне обґрунтування технології вирощування шавлії лікарської в умовах зрошення на півдні України : автореф. дис… доктора с.-г. наук: 06.01.09 – рослинництво / Федорчук Михайло Іванович. Херсон, 2008. 40 с.

3. Лікарське рослинництво : навчальний посібник / [М.І. Бахмат, О.В. Кващук, В.Я. Хоміна, В.М. Комарницький]. Кам'янець-Подільський: Медобори-2006, 2011. 256 с.

4. Ефіроолійні рослини: Навчальний посібник / М.І. Бахмат, О.В. Кващук, В.Я. Хоміна, М.В. Загородний, М.М. Сучек. Кам'янець-Подільський: Медобори-2006, 2012. 343 с.

5. Губаньов О., Рак В. Актуальні проблеми лікарського рослинництва. Пропозиція. 2007. №9. С.78–79.

6. Порада О.А. Принципи і методи колекціонування лікарських рослин. Вісник аграрної науки. 2006. №3–4. С.87–89.

7. Горбачова С.С. Наукове забезпечення лікарського рослинництва. Вісник аграрної науки, 2006. №3–4, С.87–89.

8. Губаньов О. Вирощування лікарських рослин справа прибуткова. Пропозиція. 2003. №7. С.44–45.

9. Жарінов В.І., Остапенко А. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряно-смакових рослин. К.: Вища школа, 1994. 230 с.

10. Імам Хельмі А. Фахурі. Імуностимулюючі властивості чорнушки посівної (Nigella sativa), її препаратів та їх застосування при вакцинації проти ньюкаслської хвороби: дис… канд. вет. наук: 16.00.03 / УААН, інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини. Харків, 2004, 18 с.

11. Флора УРСР / Під ред. члена АН УРСР Д.К. Зерова. К.: В-во Академії наук УРСР, 1960. Т.IX. С. 184.

12. Солодовнічено Н.М. Чорнушка. Фармацевтична енциклопедія. 2 вид. К.: Моріон, 2010. С. 1598-1599.

13. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». 1-е вид., доп. 2. Харків: ДП «Науково-експертний фармакопейний центр», 2008. 620 с.

14. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». 1–е вид. Доп. 3. Харків: ДП «Науково-експертний фармакопейний центр», 2009. 280 с.

15. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 1-е вид. Доп. 4. Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2011. 540 с.

16. Вирощування лікарських та ефіроолійних рослин: Порадник господарю / [Бахмат М.І., Кващук О.В., Загородний М.В., Хоміна В.Я.]. Кам'янець-Подільський: Медобори-2006, 2011. 170 с.

17. Макрушин М.М., Астафьева В.Е. Вплив умов дозрівання на якість насіння декоративно-лікарських рослин. Наук. праці Полтавської ДАА. Полтава, 2005. Т.4 (23). С.139–142.

18. Макрушин М.М., Астафьева В.Е. Вплив строків збирання на якість насіння декоративно-лікарських рослин. Стан та перспективи розвитку насінництва в Україні: мат. всеукр. наук. практ. конф. Харків, 2004. С.48-49.