МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра біології

Допущено до захисту
«___» _____ 2025 року
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ДВОРУЧКИ ЗА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-б
спеціальності 091 Біологія та біохімія
освітньо-професійної програми «Агробіологія»
Матвій ПЛУЖНИК
Керівник: Лариса РОЗБОРСЬКА,

Умань 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ**)** 6
1.1. Роль біологічних факторів у формуванні продуктивності пшениці озимої 6
1.2. Вплив гербіцидів і регуляторів росту на фізіолого-біохімічні процеси рослин 7
1.3. Узагальнення досліджень щодо поєднаного використання засобів хімічного та біологічного походження 14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 17
2.1. Місце проведення дослідів і характеристика ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу Правобережного 17
2.2. Агрометеорологічні умови періоду досліджень 18
2.3. Біологічна характеристика сорту пшениці озимої, гербіциду та регулятора росту, які вивчались у досліді 22
2.4. Схема та методика проведення експерименту 25
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 27
3.1. Динаміка формування листкової поверхні у рослин пшениці озимої 27
3.2. Накопичення сухої речовини та її розподіл у структурних частинах рослин 30
3.3. Фітосанітарний стан агроценозу пшениці озимої 32
3.4. Вплив досліджуваних чинників на урожайність культури 35
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ НОРМ ГЕРБІЦИДУ У ПОЄДНАННІ З РЕГУЛЯТОРОМ РОСТУ В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 38
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 41
ВИСНОВКИ 43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 44
ДОДАТКИ 49

ВСТУП

«У сучасному сільськогосподарському виробництві протягом останніх десятиліть широко застосовуються інтенсивні технології вирощування культур, що передбачають використання механізації, мінеральних добрив, хімічних меліорантів та засобів захисту рослин. Внаслідок цього сільське господарство чинить суттєвий антропогенний вплив на природні екосистеми. За оцінками експертів, за рівнем негативного впливу на довкілля агровиробництво займає третє місце після промисловості та транспорту» [1].

«Характерною рисою сучасних екологічних проблем є їх глобальний масштаб. Інтенсивна експлуатація ґрунтів, виведення поживних речовин із урожаєм, забруднення агрохімікатами та відходами тваринництва, ерозійні процеси та дегуміфікація призводять до руйнування природних ландшафтів і заміни стійких екосистем на агроекосистеми. Змінюється функціонування біогеоценозів, які ще збереглися, що вказує на глобальний негативний вплив сільськогосподарської діяльності на біосферу. За даними ЮНЕСКО, пестициди та фосфати належать до десятки найбільш небезпечних екотоксикантів» [2, 3].
«Постійний попит на зернову продукцію спонукає до виробництва більшої кількості зерна, що дозволяє збільшити обсяги його експорту. Вирішення питання збільшення обсягів вирощеної продукції рослинництва стає можливим за рахунок застосування інтенсивних технологій, що дозволить вийти на новий рівень врожайності та якості зерна і як альтернатива мінеральним добривам і пестицидам, застосуванні біологічних засобів, здатних знизити пестицидне навантаження й, водночас, поліпшити родючість ґрунту та екологічний стан агрофітоценозів» [3, 4].

Актуальність теми обумовлена тим, що в останні роки на території України спостерігаються поступові кліматичні зміни у бік потепління. «Впровадження високопродуктивних сортів озимої пшениці, біологічні властивості яких ще недостатньо вивчені, стимулює розвиток аграрної науки та потребує удосконалення адаптивних технологій вирощування цієї культури. Це дозволяє забезпечити максимальне підвищення продуктивності пшениці озимої

через оптимізацію умов росту й розвитку рослин, використання біологічних елементів живлення на всіх стадіях органогенезу, а також інтегрований захист посівів від бур'янів при мінімальному навантаженні на агроценози» [1, 5]. Таким чином, дослідження, спрямовані на вдосконалення сучасних методів біологізації та екологічно безпечних технологій вирощування озимої пшениці, залишаються першочергово важливими.

Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є підвищення продуктивності та поліпшення якісних показників озимої пшениці шляхом оптимізації технологій вирощування з використанням біологічних елементів живлення та контрольованого застосування гербіцидів.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

1. Провести аналіз сучасних наукових джерел щодо ефективності біологізації технологій вирощування озимої пшениці та використання регуляторів росту рослин.
2. Оцінити вплив інтегрованого застосування гербіцидів та біологічних засобів на формування листкової поверхні, накопичення сухої речовини та врожайність пшениці.
3. Вивчити вплив застосування біологічних елементів на якісні показники зерна, зокрема вміст білка та клейковини.
4. Обґрунтувати ефективність інтегрованих технологій вирощування з точки зору економічної та екологічної доцільності.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є посіви озимої пшениці сорту «Кларіса» в умовах Лісостепу України.

Предмет дослідження

Предметом дослідження є вплив застосування біологічних елементів живлення та контрольованих норм гербіцидів на продуктивність, якість зерна та екологічний стан посівів озимої пшениці.

Методи дослідження

У дослідженні застосовувалися польові, лабораторні, розрахункові та статистичні методи для вивчення фізіологічних показників, продуктивності озимої пшениці та оцінки економічної ефективності залежно від використання гербіциду та регулятора росту рослин у умовах Правобережного Лісостепу України.

Наукова новизна

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вивченні мінливості фізіологічних характеристик та продуктивності озимої пшениці в умовах Правобережного Лісостепу залежно від застосування гербіциду та регулятора росту. Проведені дослідження дозволили визначити варіанти технологій, які зменшують хімічне навантаження на довкілля та сприяють підвищенню ефективності агровиробництва.

Апробація результатів

Результати дослідження були представлені на науково-практичних та науково-студентських конференціях. Крім того, обговорення результатів відбувалося на засіданнях наукового студентського гуртка та кафедри біології, що підтвердило їх актуальність та практичну значущість.

Публікації

За результатами своїх наукових досліджень опубліковано наукову працю у збірнику матеріалів науково-практичної конференції кафедри біології.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Роль біологічних факторів у формуванні продуктивності пшениці озимої

«Постійне зростання попиту на зернові культури стимулює збільшення обсягів виробництва, що має важливе значення для експорту та продовольчої безпеки. Підвищення врожайності та якості зерна досягається завдяки впровадженню інтенсивних технологій вирощування, а також використанню біологічних засобів, які дозволяють зменшити застосування пестицидів, поліпшити родючість ґрунту та покращити екологічний стан агрофітоценозів» [6].

«Одним із пріоритетних напрямів сучасного рослинництва є підвищення продуктивності зернових культур із мінімізацією негативного впливу на довкілля. Використання біологічних елементів технологій, таких як регулятори росту рослин, мікробіологічні препарати та біостимулятори, дозволяє підвищити стійкість культур до стресових факторів, покращити формування продуктивної листкової поверхні та збільшити накопичення сухої речовини» [7]. «Особливе значення має застосування інтегрованих систем захисту посівів, що поєднують хімічні, біологічні та агротехнічні заходи. Такий підхід забезпечує контроль бур’янів, шкідників та хвороб із мінімальним впливом на навколишнє середовище, знижує ризики виникнення резистентності та сприяє стабільності агроекосистем» [8].

«Наукові дослідження показують, що комбіноване застосування регуляторів росту рослин і контрольованих норм гербіцидів в озимій пшениці забезпечує не лише підвищення врожайності, але й покращення якісних показників зерна, таких як вміст білка та клейковини [9]. Це робить можливим

досягнення високого економічного ефекту при одночасному збереженні екологічної безпеки».

«Таким чином, оптимізація технологій вирощування озимої пшениці з використанням біологічних засобів і контрольованих норм хімічних препаратів є актуальним завданням сучасного аграрного виробництва. Вона спрямована на підвищення продуктивності, покращення якості зерна та збереження родючості ґрунтів, що є важливими складовими сталого розвитку сільського господарства» [6–9].

1.2. Вплив гербіцидів і регуляторів росту на фізіолого-біохімічні процеси рослин

«У сучасних умовах трансформації аграрного виробництва особливого значення набувають дослідження, спрямовані на підвищення рівня його інтенсифікації. Їх наукова цінність полягає у можливості комплексного та об’єктивного оцінювання дії засобів інтенсифікації на структурно-функціональний стан агроекосистем, продукційний потенціал сільськогосподарських культур, якісні параметри врожаю та екологічну стабільність агроландшафтів. Раціональне використання агрохімікатів і пестицидів у регламентованих нормах є невід’ємною складовою сучасних технологій вирощування зернових культур, забезпечуючи максимальну реалізацію їх генетичного потенціалу за умов мінімізації технологічних ризиків» [1].

«Гербіцидний контроль бур’янів є одним із ключових елементів інтенсифікації зерновиробництва, оскільки дозволяє істотно зменшити фітотоксичний прес бур’янових угруповань та отримати додатковий приріст урожайності. Проте реакція культурних рослин на гербіцидне навантаження є комплексною та багатовекторною, що вимагає детальної оцінки впливу цих препаратів на морфогенез, фізіолого-біохімічні процеси та стресостійкість рослин. Незважаючи на твердження виробників про селективність препаратів та

відсутність негативних проявів для культур, сучасні дослідження засвідчують необхідність більш глибокого вивчення їх ролі в онтогенезі рослин і можливих прихованих ефектів сублетальних доз».

«Проблема забур'яненості орних земель в Україні залишається актуальною, оскільки більшість агроценозів характеризуються високою концентрацією насіння та вегетативних органів розмноження бур'янів у ґрунтовому банку. Це зумовлює високий рівень конкурентного тиску на культурні рослини, що, у разі неефективного контролю, спричиняє істотні втрати урожаю та погіршення якості кінцевої продукції» [10]. Тому стратегія управління фітоценозами має базуватися на інтегрованій системі контролю бур'янів, яка поєднує агротехнічні, хімічні та фітоценотичні заходи.

«Формування високопродуктивних агроценозів пшениці озимої є можливим лише за умов стабільного обмеження популяцій бур'янів, серед яких значна частина має зростаючу стійкість до традиційних методів контролю. Застосування гербіцидів у науково обґрунтованих строках та нормах забезпечує зниження рівня забур'яненості, оптимізацію використання ґрунтової вологи та елементів живлення, а також мінімізацію конкуренції між рослинами за світло. Своєчасне пригнічення бур'янових угруповань у посівах озимої пшениці дозволяє скоротити втрати врожаю, підвищити економічну окупність технологічних операцій та зберегти агрофізичні властивості орних земель. Для ефективного контролю багаторічних і стійких видів бур'янів необхідна інтеграція гербіцидних технологій з агротехнічними прийомами, що забезпечує їх довготривале пригнічення та запобігає повторному засміченню агроценозу. Вибір технологічних рішень має здійснюватися з урахуванням конкретних агроекологічних умов поля, рівня бур'янового навантаження та біологічних особливостей шкідливих видів. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризики виникнення стресових ефектів у рослин пшениці озимої та забезпечує екологічно безпечну й ефективну оптимізацію фітоценозу. Високий рівень продуктивності пшениці озимої формується внаслідок оптимального функціонування фотосинтетичного апарату та ефективного транспорту

асимілянтів. Саме тому підвищення потенціалу врожайності культури нерозривно пов’язане з покращенням інтенсивності процесів фотосинтезу та перерозподілу продуктів метаболізму. Оскільки площа асиміляційної поверхні, активність фотосинтетичних пігментів і швидкість потоків метаболітів визначають рівень забезпечення рослин органічними речовинами, будь-які фактори, що впливають на ці параметри, відіграють важливу роль у формуванні зернової продуктивності. Фотосинтетичний апарат озимої пшениці є ключовою ланкою, що забезпечує реалізацію її генетичного потенціалу. Тому оцінення дії гербіцидів на функціонування листкової поверхні, темп накопичення хлорофілу та інтенсивність фотосинтезу є важливим аспектом сучасних агрофізіологічних досліджень. Здатність гербіцидів впливати на фотосинтетичну активність може проявлятися у двох напрямах: стимулювальному, через опосередковане зменшення конкуренції з боку бур’янів, та інгібувальному, за рахунок тимчасового пригнічення ростових чи біохімічних процесів у культур на ранніх етапах онтогенезу. За даними численних досліджень, вміст хлорофілу в листках пшениці озимої закономірно підвищується в період інтенсивного росту й досягає максимуму на початку формування генеративних органів, після чого поступово зменшується внаслідок старіння листків і послаблення метаболічної активності. Встановлено також, що попередник у сівозміні здатний істотно впливати на накопичення пігментів, а, відповідно, і на рівень фотосинтетичної продуктивності посівів. Чим вищий вміст хлорофілу у прапорцевому та підпрапорцевому листках, тим більшим є потенційний рівень урожайності, оскільки саме ці органи забезпечують основний внесок у формування маси зерна. Дія гербіцидів у технологічних схемах вирощування озимої пшениці може поєднувати як позитивний ефект, пов’язаний зі зниженням фітоконкуренції з боку бур’янів, так і можливе короткочасне пригнічення синтезу пігментів у культурних рослин на ранніх етапах розвитку. Проте за правильно підібраних норм, термінів внесення та умов вирощування гербіциди здебільшого сприяють підвищенню фотосинтетичного потенціалу рослин за рахунок оптимізації умов росту. Таким чином, повноцінний розвиток

фотосинтетичного апарату є визначальною умовою формування високопродуктивних агроценозів зернових культур. А дослідження впливу гербіцидів на фотосинтетичні процеси є важливою складовою сучасної системи науково обґрунтованого рослинництва» [11].

«Дія препаратів хімічного та біологічного походження має істотний вплив на фізіолого-біохімічні процеси у рослинах. Вона відображається у змінах рівня таких показників, як вміст хлорофілу, інтенсивність нагромадження органічної речовини, урожайність і продуктивність посівів. Численні дослідження науковців засвідчують чітку залежність та позитивний вплив біологічних препаратів на динаміку продукційних процесів рослин як за самостійної, так і за комбінованої дії біологічних препаратів і за використання у комбінації з гербіцидами» [12, 13].

За дослідженнями, які проводились у Західній Україні, де випробовували сім різних гербіцидів на озимій пшениці, доведено, що своєчасне застосування гербіцидів значно покращує формування продуктивної листкової поверхні та знижує конкуренцію з боку бур’янів. Найвищі показники врожайності отримано для варіантів, де контролювались обидва типи бур’янів [14].

«Дослідженнями, які проводилось у степовій зоні України з метою оптимізації сумішей гербіцидів у посівах озимої пшениці, було проаналізовано ефективність різних комбінацій діючих речовин, зокрема тифенсульфурон-метил та трибенурон-метил. Автори підкреслюють важливість врахування агроценозу та попередника культури для досягнення максимальної ефективності контролю бур’янів. Результати показали значне зниження чисельності дводольних бур’янів та підвищення врожайності зерна. Також розглянуто позитивний вплив на формування сухої речовини та листкової поверхні» [15]. «Деякі автори показують, що звичайні гербіциди не завжди ефективні проти злакових бур’янів, тому рекомендують бакові суміші. Вивчаючи чисельність бур’янів, врожайність та масу зерна підкреслюють важливість адаптації гербіцидних програм до конкретних агроекологічних умов» [16]. «Інші оцінюють вплив гербіцидів на фізіологічні параметри

пшениці, включаючи білок, ліпіди та вуглеводи. Виявлено, що деякі препарати можуть знижувати вміст білка і ліпідів, тоді як комбінації покращують їх показники у певних сортах. Включено різні фази росту та порівняння доз» [17].

«У процесі оцінювання фітосанітарного стану агроценозів численні дослідження підтверджують тісний взаємозв'язок між хімічним методом боротьби з бур'янами та системою мінерального живлення рослин. Цей взаємозв'язок відіграє ключову роль в умовах інтенсифікації технологій вирощування культур, оскільки визначає рівень продуктивності посівів, формування оптимального поживного режиму ґрунту та ефективність дії пестицидів. В умовах упровадження сучасних технологій вирощування значущість зазначеної проблеми суттєво зростає, що зумовлено підсиленням вимог до раціонального застосування засобів фітосанітарного захисту, необхідністю зменшення пестицидного навантаження та переходом до екологічно обґрунтованих систем хімізації рослинництва.

Не менш важливим компонентом є біологічне забезпечення росту, зокрема застосування регуляторів росту рослин, які здатні забезпечувати до 50% приросту врожайності. Сучасні високопродуктивні сорти пшениці озимої характеризуються значним генетичним потенціалом урожайності, який реалізується за умови оптимального захисту агроценозу. За таких умов можливе підвищення врожайності в неполивних умовах на 20–25 ц/га, а в системах зрошення – до 40–50 ц/га» [18]. А, отже, надмірне застосування засобів хімізації й поступове виснаження ґрунтів негативно впливає на їх природну родючість. Тому одним із пріоритетів є впровадження біотехнологічних підходів, зокрема мікробних препаратів, біостимуляторів та інших біологічних засобів, які сприяють відновленню родючості ґрунту й зменшенню хімічного навантаження на агроекосистеми. Як показує дослідження Корсун та ін., застосування біологічних препаратів призводить до покращення потенційної родючості опідзолених ґрунтів, підвищуючи респірацію мікроорганізмів та агрохімічні показники родючості [19].

«У сучасних умовах розвитку зерновиробництва особливе значення набуває інтегроване використання традиційних засобів хімізації разом із новітніми елементами біологізації, зокрема гербіцидів у комбінації з інноваційними регуляторами росту рослин. Біологізація рослинництва дозволяє отримувати високоякісну продукцію при збереженні екологічної рівноваги, підвищує стійкість агроландшафтів і сприяє відновленню та підтримці ґрунтової родючості. Використання регуляторів росту у поєднанні з гербіцидами підвищує ефективність захисних заходів і стимулює фізіологічну активність рослин, що позитивно позначається на продуктивності посівів. Інтенсивні технології вирощування культур базуються на застосуванні мінеральних добрив і пестицидів, проте неконтрольоване їх використання є економічно неефективним та екологічно ризикованим. Сьогодні одним із перспективних напрямів є впровадження регуляторів росту у малих дозах, здатних підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах генетичного максимуму та посилювати їх адаптацію до стресових факторів довкілля» [20, 21].

«Але ефективність інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин значною мірою визначається кліматично-ґрунтовими умовами конкретної агроекологічної зони, біологічними особливостями культури та характером діючих речовин гербіцидів. Надмірне використання засобів хімізації у поєднанні з процесами деградації та виснаження ґрунтів призводить до зниження їх родючості та екологічної стійкості агроекосистем. Тому в сучасних умовах пріоритетного значення набуває екологічно оптимізований фітосанітарний захист, що передбачає мінімізацію хімічного навантаження на рослини й ґрунт, а також активне розкриття та впровадження потенціалу біотехнологічних методів. Заходи біологізації в землеробстві повинні бути спрямовані на відновлення ґрунтового біогеоценотичного балансу, підвищення його родючості та забезпечення стабільної продуктивності пшениці озимої за умов інтенсивного вирощування. Механізм дії регуляторів росту рослин переважно пов’язують із модифікацією ендогенного гормонального балансу та

активацією сигнальних шляхів, що контролюють ріст і морфогенез. Під впливом цих препаратів відбувається перерозподіл і динамізація нативних фітогормонів, що супроводжується посиленням інтенсивності основних фізіолого-біохімічних процесів. Зміна гормонального статусу зумовлює перебудову фізико-хімічних властивостей клітинних мембран, зокрема підвищення їх проникності, що прискорює транспорт метаболітів і стимулює внутрішньоклітинний синтез. У результаті активуються процеси клітинного поділу та росту, що забезпечує підвищення адаптивного і продуктивного потенціалу рослин» [22].

«У дослідженнях, проведених в Інституті сільського господарства НААН, встановлено високу ефективність сучасних біорегуляторів росту, зокрема «Органік-баланс», «Біокомплекс-БТУ», «Азотофіт», «ХелпРост», «Регоплант» та «Стімпо». Їх застосування для передпосівної обробки насіння пшениці озимої забезпечувало підвищення лабораторної схожості до 90–98% проти 83,3–86,0% у контрольному варіанті, а також стимулювало збільшення довжини пагонів і первинних коренів. За використання препаратів «Стімпо» та «Регоплант» для обробки насіння ячменю ярого відмічено підвищення польової схожості, посилення накопичення біомаси та активніше формування бічних пагонів» [23, 24].

«Встановлено, що застосування регуляторів росту «Вимпел», «Біолан» та «Радостим» у рекомендованих нормах для передпосівної обробки насіння пшениці озимої забезпечує приріст урожайності на 0,4–1,0 ц/га. Найвищу ефективність відмічено за комбінованого використання: передпосівної обробки насіння у поєднанні з дворазовим внесенням препаратів у період вегетації, що забезпечувало збільшення урожайності на 2,9–3,6 ц/га.

Препарати, створені на основі гумінових і фульвових кислот, сприяють покращенню посівної якості насіння, зміцненню кореневої системи та загальному стимулюванню ростових процесів на ранніх етапах органогенезу. Зокрема, обробка насіння за 45 днів до висіву забезпечувала підвищення його схожості на 9–22% порівняно з контролем» [25, 26].

«Однією з ключових властивостей регуляторів росту є здатність підвищувати адаптивний потенціал рослин за дії абіотичних та біотичних стресорів. Застосування таких препаратів сприяє зміцненню стійкості культур до високих і низьких температур, дефіциту вологи, а також до ураження збудниками хвороб і шкідниками. У країнах із розвиненим аграрним сектором значна увага приділяється дослідженню та впровадженню біологічно активних регуляторів росту і рідких органічних добрив нового покоління, важливою складовою яких є гумінові речовини. Їх використовують у поєднанні з мінеральними добривами та пестицидами, оскільки вони дозволяють вирішити низку завдань, які традиційні технології вирощування не забезпечують у повній мірі» [27].

«Гумінові речовини, що входять до складу сучасних регуляторів росту, характеризуються низькими значеннями молекулярної маси, що полегшує їх проникнення у тканини рослин та посилює інтенсивність клітинних біохімічних процесів. Окрім органічної складової, такі препарати містять цінні неорганічні елементи — макроелементи (азот, фосфор, калій) і мікроелементи (Fe, Zn, Cu, Mg, Mn, B, Mo тощо), які відіграють ключову роль у регуляції метаболізму та ростових процесів. Унікальні властивості цих препаратів забезпечують підвищення енергетичного потенціалу рослинних клітин, активізацію життєвих процесів та посилення дії інших агрохімікатів. Продукти нового покоління вирізняються мінімальною кількістю баластних речовин, високою концентрацією біологічно активних компонентів та стабільністю фізико-хімічних властивостей, що дозволяє забезпечити точність дозування й передбачувану високу ефективність їх застосування» [28].

1.3. Узагальнення досліджень щодо поєднаного використання засобів хімічного та біологічного походження

«Провідними чинниками, що визначають підвищення продуктивності зерна пшениці озимої, є комплексний фітосанітарний супровід та регуляція ростових процесів. Насамперед вагоме значення має хімічний захист, оскільки посіви пшениці істотно потерпають від бур’янів, шкідників і збудників хвороб,

які суттєво обмежують реалізацію потенціалу врожайності. Ефективне застосування засобів захисту рослин дозволяє запобігти втратам урожаю, що можуть сягати до 30%.

Комплексна дія сучасних регуляторів росту зумовлює істотне підвищення адаптивного потенціалу рослин, зокрема їх морозостійкості, а також послаблює прояви фітотоксичності пестицидів. Результати досліджень на клітинному та молекулярному рівнях засвідчують, що такі ефекти пов’язані з активацією синтетичних і енергетичних процесів, оптимізацією гормонального статусу та підсиленням мембранної стійкості клітин.

Використання регуляторів росту сприяє не лише приросту врожайності та поліпшенню якісних показників зерна, але й пришвидшує проходження фенологічних фаз, підвищує толерантність рослин до абіотичних стресів, знижує потребу у мінеральних добривах та пестицидах, а також покращує екологічний стан агроекосистем. Встановлено, що під їх впливом зменшується накопичення нітратів, пестицидів і важких металів у рослинній продукції, зростає її харчова цінність, зменшуються втрати під час збирання, транспортування та зберігання.

Поєднання регуляторів росту зі засобами захисту рослин забезпечує підвищення проникності клітинних структур, що дозволяє зменшувати норми внесення гербіцидів та інсектофунгіцидів на 20–25 % без втрати їх ефективності. Це також знижує прояви фітотоксичної та мутагенної дії пестицидів, оптимізує ріст і розвиток рослин, підсилює фотосинтетичну активність, сприяє формуванню більшої листкової поверхні та генеративних органів. У підсумку підвищується маса 1000 зерен, кількість зернин у колосі, а також покращуються білково-клейковинні показники та загальна якість зерна пшениці» [29].

«На основі аналізу сучасних літературних джерел встановлено, що у світі та в Україні триває активний пошук ефективних підходів до підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур. Основна увага зосереджена на комплексному використанні біологічних та агротехнічних

елементів, що дозволяють підвищувати продуктивність рослин, оптимізувати використання ресурсів та мінімізувати негативний вплив хімічних засобів на агроекосистеми. Особливого значення набуває використання регуляторів росту рослин у системах допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Ці препарати стимулюють фізіологічні процеси в рослинах, сприяють більш ефективному фотосинтезу, накопиченню сухої речовини, формуванню листкової поверхні та генеративних органів, підвищують стійкість рослин до абіотичних та біотичних стресів. Як наслідок, їх застосування дозволяє збільшувати врожайність та покращувати якість зерна пшениці озимої, одночасно зменшуючи потребу у мінеральних добривах та засобах захисту рослин.Таким чином, узагальнення теоретичних положень, методологічних підходів та практичного досвіду підтверджує, що біологізація технологій вирощування пшениці озимої та інших культур є ефективним шляхом підвищення продуктивності агробіоценозів. Вона дозволяє досягати високої врожайності за умов мінімізації хімічного навантаження, що знижує ризик деградації ґрунтів та негативного впливу на навколишнє середовище. Використання інноваційних рістрегулюючих препаратів сприяє не лише підвищенню стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, але й поліпшенню харчової цінності продукції, зменшенню вмісту нітратів та токсичних речовин у зерні» [30].

Отже, комплексне впровадження біологізації технологій вирощування пшениці озимої у поєднанні з оптимізованим застосуванням хімічних засобів дає змогу забезпечити стале підвищення продуктивності, покращення якості зерна, зниження затрат на виробництво та екологічне оздоровлення агроландшафтів. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до ресурсозбереження, екологічної безпеки та економічної ефективності агровиробництва.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

2.1. Місце проведення дослідів і характеристика ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу Правобережного

Дослідження проводилися у межах Лісостепу Правобережного, який займає центральну частину зони Лісостепу України.

2.3. Біологічна характеристика сорту пшениці озимої, гербіциду та регулятора росту, які вивчались у досліді

«Через зміну кліматичних умов актуальності набуває так звана пшениця дворучка, тобто сорт, який можна сіяти як восени так і навесні. Цей сорт характеризуються високою адаптивністю до різних строків сівби та умов вирощування. Сорт пшениці дворучка відноситься до альтернативного типу, який здатний формувати достатньо високу кількість пагонів на одиницю площі майже за будь-яких строків сівби. За даними фахівців Інституту живлення рослин, при осінньому посіві цей вид пшениці зазвичай акумулює більше вологи та поживних речовин для успішної перезимівлі, а навесні швидше нарощує вегетативну масу і менше страждає від весняних посух. Додатковою перевагою вирощування пшениці дворучки є можливість весняної сівби у так звані «лютневі вікна», що дозволяє максимально використовувати вологу від танення снігу, навіть при невеликій товщині снігового покрову» [32].

Оригінатор сорту – ТОВ «Науково-виробнича фірма «Дріада, Лтд». Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2014 році та рекомендований для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу.

2.4. Схема та методика проведення експерименту

В наших дослідах у період вегетації пшениці озимої 2024–2025 рр. вивчали сумісне внесення в посіви «Триатлону П» в нормах 0,03, 0,04, 0,05 кг/га і «Вимпел-2» – 0,5 л/га. Агротехніку вирощування пшениці дворучки використовували типову для регіону, в якому проводились дослідження [36].

Схема досліду включала варіанти із рендомізованим їх розміщенням:

1. Контроль (без внесення препаратів)
2. «Вимпел-2» – 0,5 л/га
3. «Триатлон П» – 0,03 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га
4. «Триатлон П» – 0,04 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га
5. «Триатлон П» – 0,05 кг /га + «Вимпел-2» – 0, 5 л/га

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Динаміка формування листкової поверхні у рослин пшениці озимої

«Продуктивність фотосинтезу, а разом з тим і величина врожаю та якісні показники зернової продукції, визначаються не лише масштабами асиміляційної поверхні, а й тривалістю її функціонування. Потужність та стійкість роботи листкового апарату є базовими факторами, що формують кінцевий рівень продуктивності рослин» [42].

«Формування врожайності озимої пшениці є багатокомпонентним процесом, що визначається поєднанням умов зовнішнього середовища та спадкових властивостей сорту. Одним із ключових елементів цього процесу виступає площа листкового апарату, оскільки її величина безпосередньо пов’язана з розвитком надземної частини рослин, значну частку якої становлять саме листки. Листковий апарат забезпечує основну кількість поглинання вуглекислого газу та бере участь у синтезі органічних речовин у ході фотосинтезу. Інтенсивність утворення органічної речовини передусім залежить від розмірів листкової поверхні: зі збільшенням її площі зростає частка поглинутої сонячної енергії, що сприяє більш активному накопиченню асимілятів і, відповідно, підвищенню врожайності» [43].

Нашими дослідженнями встановлено, що поєднане застосування регулятора росту та гербіциду в усіх досліджуваних нормах сприяло істотному розширенню листкової поверхні рослин озимої пшениці. Збільшення площі листкового апарату відбувалося впродовж періоду від весняного кущіння до фази колосіння. Після досягнення цього етапу у всіх варіантах спостерігалося поступове зменшення величини показника. Такий характер динаміки є закономірним і зумовлений особливостями біології культури: у пізніші фази органогенезу відбувається старіння та часткове відмирання листкових

пластинок, а також перерозподіл асимілятів від листків до генеративних органів. Незважаючи на триваючий розвиток рослин, площа активного листкового апарату природним чином зменшується. У всіх дослідних варіантах протягом вегетаційного періоду площа листкової поверхні перевищувала значення контрольного варіанту без застосування препаратів, що підтверджує позитивний вплив комбінованої дії гербіциду та регулятора росту на формування асиміляційного апарату (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Динаміка формування листкової поверхні у рослин пшениці озимої, тис. м²/га

Варіант обробки	Фаза росту			
	кущення	вихід в трубку	колосіння	воскова стиглість
Контроль (без внесення препаратів)	12,9	25,1	35,3	19,5
«Вимпел-2» – 0,5 л/га	15,2	28,0	38,4	26,6
«Триатлон П» – 0,03 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га	24,3	41,8	54,4	42,0
«Триатлон П» – 0,04 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га	26,8	48,3	58,7	46,3
«Триатлон П» – 0,05 кг /га + «Вимпел-2» – 0, 5 л/га	17,7	33,7	41,5	31,5

Площа листкової поверхні є інтегральним показником стану фотосинтетичного апарату рослин та визначає потенційну продуктивність агроценозу. Отримані дані свідчать, що застосування регуляторів росту й композицій з гербіцидом істотно впливало на формування листкової поверхні протягом онтогенезу пшениці озимої.

У фазу кущення найменший розвиток листкового апарату був у контролі (12,9 тис. м²/га). Використання препарату «Вимпел-2» забезпечило помірне збільшення цього показника (15,2 тис. м²/га), що свідчить про активізацію початкових ростових процесів. Застосування гербіциду «Тріатлон П» у поєднанні з «Вимпел-2» забезпечило значно вищі значення площі листкової поверхні — від 17,7 до 26,8 тис. м²/га залежно від норми гербіциду, що відображає синергетичний ефект препаратів на ранніх етапах органогенезу.

У фазі виходу в трубку тенденції зберігалися, проте різниця між варіантами стала ще більш вираженою. Найвищі значення спостерігалися у варіантах із підвищеними нормами «Тріатлон П» (41,8–48,3 тис. м²/га), що перевищувало контроль у 1,7–1,9 раза. Це вказує на посилення лінійного росту та формування максимальної площі асиміляційних структур у період інтенсивного накопичення біомаси.

У фазу колосіння максимальні показники листкової поверхні були зафіксовані при поєднанні 0,04 кг/га «Тріатлон П» та «Вимпел-2» (58,7 тис. м²/га), що на 23,4 тис. м²/га більше за контроль. Варіант із нормою 0,03 кг/га також забезпечив суттєве збільшення (54,4 тис. м²/га). Таким чином, оптимальний перебіг формування фотосинтетичного апарату був забезпечений саме середньою нормою гербіциду в баковій суміші.

У фазу воскової стиглості відмічено закономірне зменшення площі листкової поверхні внаслідок природного старіння рослин. Проте навіть на цьому етапі комбінації з гербіцидом демонстрували значно вищі значення (31,5–46,3 тис. м²/га), ніж контроль (19,5 тис. м²/га). Це свідчить про уповільнення процесів сенесценції та більш тривале функціонування фотосинтетичного апарату.

Проведений аналіз показує, що застосування регулятора росту «Вимпел-2» та його поєднання з гербіцидом «Тріатлон П» позитивно впливало на формування площі листкової поверхні пшениці озимої на всіх етапах її розвитку. Найвищу ефективність забезпечило внесення «Тріатлон П» у нормі 0,04 кг/га у суміші з «Вимпел-2», що сприяло максимальному розвитку фотосинтетичного апарату у фазу колосіння й забезпечило подовження активної роботи листкового апарату до фази воскової стиглості це забезпечило вагомий приріст відносно контролю за фазами розвитку відповідно на 17,8, 92,4, 66,3, 37,4 %. Отримані результати свідчать про підвищення фізіологічної активності рослин та створення передумов для формування вищої продуктивності культури.

3.2 Накопичення сухої речовини та її розподіл у структурних частинах рослин

«Величина врожаю пшениці озимої безпосередньо визначається накопиченням сухих речовин у рослинах. На початкових етапах розвитку приріст сухої маси є невеликим, проте з органогенезу його швидкість поступово зростає і досягає максимальних значень у фазі росту. До фази цвітіння основне накопичення сухих речовин відбувається у вегетативних органах рослин. Після запліднення більшість синтезованих органічних речовин спрямовується на формування та налив зерна. В середньому близько 95 % сухої речовини формується за рахунок фотосинтетичної активності листків» [42].

«Інтенсивність утворення сухих речовин залежить від розмірів та тривалості функціонування листкової поверхні, а також від чистої продуктивності фотосинтезу. З початку формування зернівок приріст сухої маси зерна здійснюється не лише за рахунок фотосинтезу листків, стебел, колосків і остюків, але й через мобілізацію органічних речовин, накопичених у цих органах на попередніх етапах розвитку. Цей перерозподіл призводить до уповільнення загального приросту сухих речовин рослини» [44, 45].

У наших дослідах інтенсивний приріст сухої маси починався з фази виходу в трубку та тривав до фази молочно-воскової стиглості. Завдяки переміщенню пластичних речовин у зернівки відбувається різке зниження залишкової сухої речовини на одиницю площі посіву у фазу повної стиглості, що відображає ефективне перенаправлення асимілятів у генеративні органи та формування високоякісного врожаю (рис. 3.1., Додаток Б).

Накопичення сухої речовини у рослин пшениці озимої в усіх варіантах досліду демонструвало типову динаміку розвитку: на початкових фазах росту (кущення) приріст сухої маси був незначним — від 2,1 т/га у контролі до 2,5 т/га у варіанті з «Тріатлон П» – 0,04 кг/га + «Вимпел-2». Це пояснюється тим, що на ранніх етапах розвитку більшість асимілятів спрямовується на формування вегетативних органів та кореневої системи.

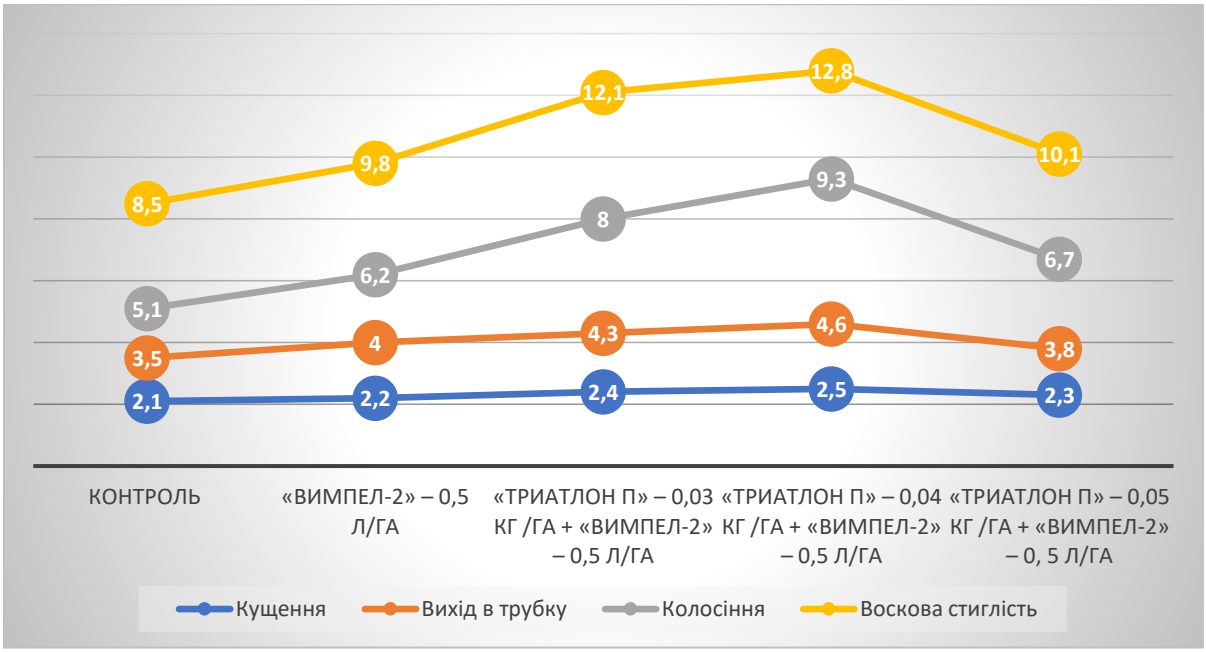


Рис. 3.1. Накопичення та розподіл сухої речовини у структурних частинах рослин

Інтенсивне накопичення сухої речовини спостерігалося з фази виходу в трубку і до фази колосіння, коли фотосинтетична активність рослин була максимальною. У цей період відзначалося значне збільшення сухої маси, особливо у варіантах із поєднаним застосуванням регулятора росту та гербіциду. Так, у фазі колосіння найбільший приріст показав варіант «Тріатлон П» – 0,04 кг/га + «Вимпел-2» — 9,3 т/га, що на 4,2 т/га більше, ніж у контролі.

До фази воскової стиглості накопичення сухої речовини продовжувалося, проте інтенсивність приросту дещо зменшувалася, що зумовлено перенаправленням асимілятів із вегетативних органів у зерно. Найвищі показники в цій фазі спостерігалися у варіанті «Тріатлон П» – 0,04 кг/га + «Вимпел-2» (12,8 т/га), тоді як контроль накопичив лише 8,5 т/га. Внесення «Вимпел-2» окремо та поєднання з меншою або більшою нормою гербіциду забезпечувало помірне підвищення сухої маси порівняно з контролем.

Загалом, результати демонструють, що поєднане використання регулятора росту та гербіциду стимулює фотосинтетичну активність рослин, прискорює накопичення сухої речовини та сприяє ефективному перенесенню асимілятів у генеративні органи.

Отже, проведені дослідження показали, що застосування комбінованих препаратів «Тріатлон П» і «Вимпел-2» сприяє суттєвому підвищенню накопичення сухої речовини у рослин пшениці озимої на всіх етапах розвитку. Найбільший ефект спостерігався при нормі 0,04 кг/га «Тріатлон П» у суміші з «Вимпел-2» у всіх фазах розвитку рослин, де вміст сухої речовини був відповідно 2,5, 4,6, 9,3 і 12,8 т/га. Прибавка до контролю складала 19, 31, 82 і 51 % відповідно до фаз, що забезпечило максимальну суху масу у фазу воскової стиглості та створило передумови для високої потенційної врожайності. Контрольний варіант без внесення препаратів демонстрував найнижчі показники накопичення сухої речовини, що підтверджує важливість використання регуляторів росту та гербіцидів для оптимізації продуктивності культури.

3.3. Фітосанітарний стан агроценозу пшениці озимої

«Забур’яненість посівів істотно залежить від біологічних особливостей розвитку вирощуваних культур. Такі культури як просо, пшениця, на початкових етапах вегетації ростуть повільніше і формують невелику листкову поверхню, що сприяє інтенсивному розвитку бур’янів. Таким чином, при плануванні посівів необхідно враховувати біологічні особливості росту і розвитку культурних рослин. Біологічні фактори впливають і на накопичення органів розмноження бур’янів у ґрунті. Сівозміна культур різних ботанічних класів і родин сприяє очищенню полів від бур’янів, що є важливим для підтримання високої продуктивності агроценозу. Таким чином, при плануванні посівів необхідно враховувати біологічні особливості росту і розвитку культурних рослин» [42].

Тому ефективний захист посівів озимих культур досягається через комплексне застосування організаційних, агротехнічних, біологічних і хімічних заходів із урахуванням біологічних особливостей культури та шкідливих

організмів, економічних порогів шкодочинності та механізмів саморегуляції агроценозу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що комплексне застосування препаратів позитивно впливало на ріст, розвиток і продуктивність пшениці озимої. Найефективнішою виявилась сумісна обробка посівів гербіцидом у нормі від 0,03 до 0,05 кг/га разом із регулятором росту рослин. При цьому ефективність обробки залежала від конкретної норми внесеного гербіциду.

Аналіз фітосанітарного стану показав, що у всіх досліджуваних варіантах кількість і маса бур’янів через місяць після обробки значно зменшувалися порівняно з контролем та варіантом із внесенням лише регулятора росту. Проте величина ефекту змінювалася залежно від норми внесення гербіциду (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Фітосанітарний стан агроценозу пшениці озимої

Варіант обробки	кількість бур'янів, шт/м^2	маса бур'янів, г/м^2	Ефективність контролю бур'янів (%)	
			кількість	маса
Контроль (без внесення препаратів)	41,8	54,2	0	0
«Вимпел-2» – 0,5 л/га	26,8	42,5	35,8	21,5
«Триатлон П» – 0,03 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га	9,3	12,5	77,8	76,8
«Триатлон П» – 0,04 кг /га + «Вимпел-2» – 0,5 л/га	4,8	7,5	88,5	86,1
«Триатлон П» – 0,05 кг /га + «Вимпел-2» – 0, 5 л/га	1,9	2,9	95,4	94,6

У контрольному варіанті без внесення препаратів спостерігалася найвища забур’яненість: 41,8 шт/м² за кількістю бур’янів та 54,2 г/м² за їх масою. Це свідчить про високу конкурентоспроможність бур’янів у відсутності будь-якого захисту та можливе зниження продуктивності культури через обмеження доступу рослин до світла, вологи і поживних речовин.

Внесення лише регулятора росту «Вимпел-2» (0,5 л/га) сприяло зменшенню чисельності бур'янів до 26,8 шт/м² і маси до 42,5 г/м², що відповідає 35,8 % ефективності контролю за кількістю та 21,5 % за масою бур'янів. Це свідчить про те, що регулятор росту має обмежений вплив на пригнічення бур'янів і не забезпечує високого рівня фітосанітарного захисту.

Найбільш ефективним виявилося поєднане застосування гербіциду «Тріатлон П» із «Вимпел-2». При цьому ефект залежав від норми внесеного гербіциду: Сумісне внесення гербіциду – 0,03 кг/га з РРР знизило кількість бур'янів до 9,3 шт/м² і масу до 12,5 г/м², забезпечуючи ефективність 77,8 % за кількістю та 76,8 % за масою, при внесенні – 0,04 кг/га відповідно 4,8 шт/м² і 7,5 г/м², ефективність 88,5 % і 86,1 %, а норма – 0,05 кг/га показала максимальний результат: 1,9 шт/м² і 2,9 г/м², що відповідає 95,4 % та 94,6 % ефективності. Отримані дані демонструють чітку закономірність: зі збільшенням норми гербіциду ефективність контролю бур'янів зростає, а максимальний ефект досягається у поєднанні з регулятором росту, що підтверджує значення комплексного підходу до захисту посівів. Крім того, зменшення кількості і маси бур'янів у всіх варіантах із гербіцидом забезпечує не лише підвищення фітосанітарного стану, але й сприяє кращому розвитку культури, збільшенню листкової поверхні, фотосинтетичної активності та потенційної врожайності.

Тому, забур'яненість посівів пшениці озимої істотно зменшується при використанні комплексної обробки гербіцидом «Тріатлон П» і регулятором росту «Вимпел-2». Ефективність контролю бур'янів безпосередньо залежить від норми внесення гербіциду: оптимальною є норма 0,04–0,05 кг/га, яка забезпечує зниження кількості бур'янів на 88–95 % та маси бур'янів на 86–95 %. Але, є доцільним застосувувати гербіцид у нормі 0,04 кг/га, так як при нормі 0,05 кг/га ми відмічали зниження показників врожайності.

Використання лише регулятора росту забезпечує помірне зниження забур'яненості і не може замінити комплексного підходу. Комплексне застосування препаратів сприяє кращому розвитку рослин, підвищенню

фотосинтетичної активності та потенційної врожайності, оскільки зменшення конкуренції з бур’янами покращує доступ культури до світла, води та поживних речовин.

Дані результати підтверджують доцільність інтегрованого підходу до фітосанітарного захисту, що враховує як біологічні особливості культури, так і норму застосування препаратів для досягнення максимального економічного та агрономічного ефекту.

3.4. Вплив досліджуваних чинників на урожайність культури

«Завершальним етапом агротехнічного циклу є формування врожаю, який відображає ефективність взаємодії усіх факторів росту та розвитку рослин. Аналіз врожайності дозволяє оцінити вплив різних складових технології вирощування на продуктивність та визначити оптимальні шляхи підвищення урожайності. Для отримання високого рівня продуктивності необхідно забезпечити раціональне використання посівного масиву, правильний розрахунок норм внесення пестицидів, регуляторів росту рослин та елементів агротехнічної обробки, а також оптимальне навантаження на одиницю площі. Важливим фактором є дотримання технології вирощування та комплексного проведення агротехнічних заходів. Особливу увагу слід приділяти контролю бур’янів, оскільки вони більш ефективно використовують елементи живлення, вологу та сонячну енергію, що обмежує розвиток культурних рослин і зменшує площу живлення рослин пшениці озимої» [46].

У дослідженні було використано гербіцид «Тріатлон П» у поєднанні з регулятором росту рослин «Вимпел-2». Така комбінація забезпечила високу ефективність у боротьбі з бур’янами та сприяла істотному підвищенню продуктивності культури (рис. 3.2, Додатки В, Г). Аналіз даних показує чітку залежність урожайності пшениці озимої від обробки препаратами та норми внесення гербіциду.

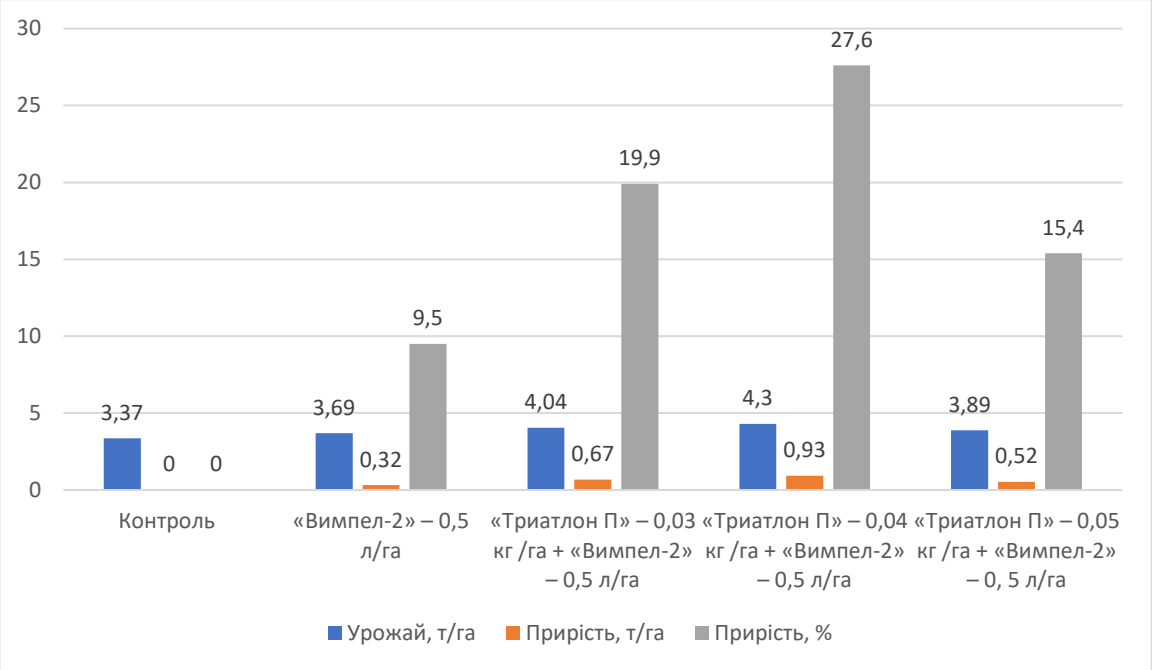


Рис. 3.2. Вплив досліджуваних чинників на урожайність культури

У контрольному варіанті без внесення препаратів урожайність становила 3,37 т/га**,** що є базовим показником для порівняння ефективності інших варіантів обробки. Це свідчить про вплив природної забур'яненості та відсутність стимулюючої дії препаратів на продуктивність культури.

Внесення лише регулятора росту «Вимпел-2» (0,5 л/га) сприяло збільшенню врожайності на 0,32 т/га**,** або 9,5 % відносно контролю. Це демонструє, що стимуляція росту і розвитку рослин позитивно впливає на формування продуктивності культури, але ефект обмежений через наявність бур'янів та конкуренцію за ресурси.

Комплексне застосування гербіциду «Тріатлон П» із «Вимпел-2» дало значно вищий ефект. За норми гербіциду 0,03 кг/га урожайність досягла 4,04 т/га**,** що на 0,67 т/га (19,9%) більше за контроль. За норми 0,04 кг/га – урожайність зросла до 4,30 т/га, а приріст склав 0,93 т/га (27,6%), що є максимальним значенням серед усіх варіантів. При внесенні 0,05 кг/га – урожайність склала 3,89 т/га, з приростом 0,52 т/га (15,4%)**,** що свідчить про те, що надмірна доза гербіциду може знижувати ефективність впливу на врожайність. Таким чином, дані досліджень свідчать про наявність оптимальної

норми внесення гербіциду **(**0,04 кг/га**)** у поєднанні з регулятором росту, яка забезпечує максимальний приріст урожаю та ефективне пригнічення бур’янів. Водночас застосування лише регулятора росту має обмежений стимулюючий ефект і не дозволяє досягти максимального рівня продуктивності.

Отже, найвища урожайність зерна пшениці озимої сорту «Клариса» була за сумісного внесення «Триатлону П» в нормі 0,04 кг/га з «Вимпел-2» у нормі 0,5 л/га. Цей варіант мав найвищу прибавку врожаю до контролю у 27,6 %, що позитивно впливало на ростові і регулюючі процеси культурних рослин. Таке поєднання забезпечує баланс між пригніченням бур’янів і стимуляцією росту рослин. Дані результати підтверджують необхідність комплексного підходу до агротехнічного та хімічного захисту посівів пшениці озимої для підвищення продуктивності та ефективності використання ресурсів посівного масиву.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ НОРМ ГЕРБІЦИДУ У ПОЄДНАННІ З РЕГУЛЯТОРОМ РОСТУ В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

«Сучасні технології вирощування пшениці озимої базуються на комплексі агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин, забезпечення максимальної продуктивності агроландшафтів і формування високоякісного врожаю. Досягнення стабільно високої врожайності та підвищення якості зерна є ключовими критеріями ефективності впровадження інноваційних технологічних рішень у виробництві зернових культур.

Важливою складовою технологічного процесу є оцінка економічної доцільності застосованих агрозаходів. На підставі цих даних здійснюється економічний аналіз ефективності вирощування культури, зокрема розрахунок умовної вартості валової продукції з 1 га, загальних виробничих витрат, собівартості однієї тонни зерна, суми чистого прибутку та рівня рентабельності виробництва».

В технологіях, що включають елементи біологізації та застосування препаратів регуляторної та гербіцидної дії, важливим є обґрунтування економічної вигоди від їхнього використання. Ефективність таких систем оцінюється за отриманим приростом урожайності, зниженням забур’яненості та покращенням загального фітосанітарного стану посівів, що у підсумку відображається на економічних показниках (табл. 4.1, Додаток Д).

Результати розрахунків економічної ефективності застосування регулятора росту «Вимпел-2» та гербіциду «Триатлон П» свідчать про високу економічну доцільність їх використання в системі технології вирощування пшениці озимої.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої

Показник	Варіант обробки				
	Контроль	«Вимпел-2» 0,5 л/га	«ТриатлонП» 0,03 кг /га «Вимпел-2» 0,5л/га	«ТриатлонП» 0,04 кг /га «Вимпел-2» 0,5л/га	«ТриатлонП» 0,05 кг /га «Вимпел-2» 0,5л/га
Урожайність, т/га	3,37	3,69	4,04	4,30	3,89
Умовна вартість продукції з 1 га, грн.*	269 600	295 200	323 200	344 000	311 200
Витрати на виробництво продукції грн./га	85 000	91 500	99 000	106 000	102 000
Собівартість 1 ц продукції, грн.	25 222	24 796	24 507	24 651	26 211
Умовно чистий прибуток, грн./га	184 600	203 700	224 200	238 000	209 200
Рівень рентабельності, %	217,2	222,5	224,5	226,3	205,1

*ціна 8000 грн/т.

Представлені табличні дані відображають вплив регулятора росту «Вимпел-2» та його поєднання з гербіцидом «Триатлон П» на продуктивність та економічну ефективність вирощування озимої пшениці сорту «Клариса» у 2025 році. Оцінювання включає комплекс показників: урожайність, умовну вартість продукції, витрати на виробництво, собівартість, чистий прибуток та рівень рентабельності.

Урожайність культури змінювалася залежно від варіанта застосування препаратів. На контролі вона становила 3,37 т/га, тоді як за використання «Вимпел-2» у нормі 0,5 л/га збільшилась до 3,69 т/га. Найвищий рівень урожайності – 4,30 т/га – отримано у варіанті із застосуванням «Вимпел-2» у поєднанні з «Триатлон П» у нормі 0,04 кг/га. Збільшення дози «Триатлон П» до 0,05 кг/га не забезпечило додаткового приросту урожайності, що свідчить про перевищення оптимального рівня препарату.

Умовна вартість продукції, розрахована за ціною 8000 грн/т, корелює з урожайністю. На контролі вона становила 269600 грн/га, тоді як максимальне значення – 344000 грн/га – відмічено у варіанті «Вимпел-2» + «Триатлон П» (0,04 кг/га).

Збільшення витрат спостерігалося в напрямі інтенсифікації технології: від 85000 грн/га на контролі до 106000 грн/га за найбільш інтенсивного варіанту. Підвищення урожайності перекривало економічні затрати, що підтверджує доцільність застосування препаратів. Найнижчої собівартості досягнуто у варіанті з нормою «ТриатлонП» 0,03 кг/га – 24507 грн/ц. Підвищене значення у варіанті з нормою 0,05 кг/га пов’язане зі зниженням урожайності, що підтверджує важливість дотримання оптимальних концентрацій.

Максимальний прибуток – 238000 грн/га – отримано у варіанті «Вимпел-2» + «Триатлон П» (0,04 кг/га), що на 53400 грн/га більше порівняно з контролем.

Рівень рентабельності був найвищим у варіанті з нормою «Триатлон П» 0,04 кг/га – 226,3 %, перевищуючи контроль на 9,1 %. Підвищення норми гербіциду до 0,05 кг/га призводило до зменшення рентабельності.

Аналіз даних свідчить, що використання регулятора росту «Вимпел-2» у поєднанні з гербіцидом «Триатлон П» забезпечує істотне підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування озимої пшениці. Найкращим є поєднання препаратів «Вимпел-2» у нормі 0,5 л/га та «Триатлон П» - 0,04 кг/га, яке забезпечило максимальну урожайність, найвищу вартість продукції та чистий прибуток. Перевищення норми гербіциду призводить до зниження продуктивності, що підтверджує необхідність оптимізації технології вирощування.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

«Згідно зі статтею 2 Конвенції про біологічне різноманіття, термін «біорізноманіття» охоплює різноманіття живих організмів з усіх середовищ існування — наземних, водних та інших екосистем, а також різноманіття на рівні видів, між видами та екосистем. Біорізноманіття є важливим національним ресурсом України, що забезпечує функціонування екосистем, біосферних процесів та формує умови для життєдіяльності людини.

Сьогодні спостерігається значна втрата біорізноманіття через забудову територій, розорювання земель, меліораційні роботи, створення водосховищ, будівництво транспортної інфраструктури та інші види господарської діяльності. Основні загрози біорізноманіттю пов’язані з антропогенним впливом: знищенням природних середовищ існування, їх фрагментацією та деградацією (включно із забрудненням), глобальною зміною клімату, надмірною експлуатацією видів людиною, поширенням чужорідних видів та хвороб. Знищення середовищ існування тварин і рослин відбувається через розорювання земель, вирубування лісів, осушення або затоплення територій, будівництво промислових і житлових об’єктів» [47].

«Біорізноманіття є результатом багатовікової еволюції і має бути збережене для майбутніх поколінь. Антропогенний вплив на структурні елементи екологічної мережі та природні ресурси призводить до збільшення площ деградованих, малопродуктивних і забруднених земель, що потребують заходів з консервації. Заходи з охорони біорізноманіття умовно поділяються на дві великі групи: спрямовані на захист самих тварин та ті, що зберігають середовище їх існування, умови відтворення та шляхи міграції. До першої групи належать науково обґрунтовані правила використання тваринного світу, заборони та обмеження щодо окремих видів. Організації та громадяни мають

вживати заходів для запобігання загибелі тварин під час сільськогосподарської та лісогосподарської діяльності, експлуатації електромереж та транспорту.

При зберіганні, транспортуванні і використанні засобів захисту рослин, стимуляторів росту та мінеральних добрив слід забезпечувати заходи для зменшення ризику загибелі або захворюваності тварин. Оцінка впливу нових технологій, матеріалів та речовин обов'язково враховує їхній вплив на флору, фауну та середовище перебування. Раціональне використання пестицидів і добрив з мінімальним негативним впливом на довкілля дозволяє контролювати шкідливі організми без шкоди для корисних видів, а попереднє інформування населення про обприскування або інші заходи підвищує безпеку їх проведення. Застосування пестицидів і мінеральних добрив здійснюється у суворо регламентованих дозах, що мінімізує шкідливий вплив на тваринний світ і корисних ентомофагів об'єктів» [48].

В И С Н О В К И

1. Найвищу ефективність у формуванні фотосинтетичного апарату забезпечило сумісне застосування гербіциду «Тріатлон П» у нормі 0,04 кг/га та регулятора росту «Вимпел-2». Це сприяло максимальному розвитку листкової поверхні у фазу колосіння та подовженню активної роботи листків до фази воскової стиглості. Приріст площі листкової поверхні порівняно з контролем становив 17,8 % у фазу кущення, 92,4 % — у фазу виходу в трубку, 66,3 % — у фазу колосіння та 37,4 % — у фазу воскової стиглості.
2. Використання комбінації «Тріатлон П» та «Вимпел-2» забезпечило суттєве підвищення накопичення сухої речовини у всіх фазах розвитку. Максимальні значення спостерігалися за нормою 0,04 кг/га «Тріатлон П»: 2,5 т/га (кущення), 4,6 т/га (вихід у трубку), 9,3 т/га (колосіння) та 12,8 т/га (воскова стиглість). Приріст сухої маси відносно контролю становив 19, 31, 82 та 51 % відповідно.
3. Забур’яненість посівів зменшувалася пропорційно нормі внесення гербіциду. Найбільший ефект досягнуто за норм 0,04–0,05 кг/га: кількість бур’янів зменшилася на 88–95 %, маса бур’янів — на 86–95 %. Підвищення норми до 0,05 кг/га не збільшувало урожайності, що свідчить про оптимальність норми 0,04 кг/га.
4. Найвища урожайність зерна пшениці озимої досягнута за сумісного внесення «Тріатлон П» 0,04 кг/га та «Вимпел-2» 0,5 л/га і становила 4,30 т/га, що на 27,6 % перевищує контроль. Це свідчить про позитивний вплив на ріст і розвиток рослин та інтенсивне формування продуктивних органів.
5. Рівень рентабельності у варіанті за сумісного внесення «Тріатлон П» 0,04кг/га та «Вимпел-2» становив 226,3 %, що на 9,1 % вище контролю. Підвищення норми гербіциду до 0,05 кг/га зменшувало рентабельність.