МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

Допущено до захисту
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗУ СОРИЗУ ЗА ДІЇ ЕКЗОГЕННИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-б спеціальності 091 Біологія
Сергій ВОЙТЕНКО

Керівник: Руслан ПРИТУЛЯК, к. с.-г. н., доцент

УМАНЬ–2023

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ – В ҐРУНТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ СОРГОВИХ (огляд літератури) 5

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ 12

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови 12

2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень 17

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20

3.1. Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан 20

3.2. Площа листкового апарату рослин соризу за використання регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан 24

3.3. Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан 26

3.4. Вплив регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан на врожайність соризу 28

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН ВЕРМИСТИМ Д ТА БІОЛАН У ПОСІВАХ СОРИЗУ 30

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 33

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 35

ДОДАТКИ 41

ВСТУП

Актуальність дослідження. Нині технології вирощування сільськогосподарських культур удосконалюються за рахунок використання технічних засобів обробітку ґрунту, застосування хімічних засобів різного господарського призначення тощо, проте останні є небезпечними як для агроценозів, так і для навколишнього природного середовища, особливо за порушення умов та регламентів використання.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є поступове наближення технологій вирощування сільськогосподарських культур до адаптивного землеробства, що включає використання нових культур і сортів з високою екологічною пластичністю, та зменшення або повне заміщення використання в таких технологіях хімічних речовин біологічними, зокрема природного походження зі стимулювальними властивостями – регуляторів росту рослин. Введення у технологію вирощування одного чи кількох таких елементів забезпечить зменшення пестицидного навантаження на посіви, стимулюватиме розвиток корисної мікробіоти, проходження у рослинах фізіолого-біохімічних та продукційних процесів.

Однак нинішній наявний експериментальний матеріал не містить даних стосовно роздільного та поєднаного застосування регуляторів росту рослин і у технології вирощування малопоширеної, проте досить перспективної культури – соризу. Тому, не вивченою залишається низка питань дії регуляторів росту рослин на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах соризу, формування ними врожайності і якості врожаю. У зв’язку з цим, розробка та впровадження окремих елементів використання регуляторів росту рослин у технології вирощування соризу, що ґрунтуються на всебічному вивченні фізіологічних змін у рослинах є вкрай необхідними та актуальними [1, 2].

Мета і завдання дослідження. З’ясування проходження у рослинах соризу фізіологічних процесів за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан, вивчення їх впливу на формування урожайності посівів та

обґрунтування і впровадження у виробництво економічно обґрунтованих та екологічно безпечних заходів з комплексного застосування даних препаратів.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу за використання регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан.

Предмет дослідження – сорт соризу Титан, регулятори росту рослин Вермистим Д та Біолан.

Методи дослідження: польовий — закладання дослідів у польових умовах для вивчення ефективності дії регуляторів росту рослин; математично-статистичний метод — оцінка достовірності отриманих результатів на основі дисперсійного та кореляційного аналізів; економіко-математичний – встановлення економічної ефективності використання регуляторів росту рослин.

Апробація роботи. Матеріали магістерської роботи доповідались на засіданні студентського гуртка кафедри біології та висвітлені у матеріалах Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції приуроченої 95-річчю від дня народження професора З. М. Грицаєнко, УНУС (2023 р.) (Додаток Ж).

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ – В ҐРУНТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ СОРГОВИХ (огляд літератури)

Ще від початку зародження землеробства основною проблемою аграріїв було збільшення урожайності посівів, задля чого увесь час відбувалось удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур і цей процес триває й нині.

Наростаюча негативна дія сучасних пестицидів на культурні рослини та навколишнє природне середовище зумовила потребу в розробці технологій, де дія ксенобіотика на рослину була б мінімальною або виключалась повністю. Тому, нині такі технології передбачають біологізацію або включення окремих елементів біологізації, серед яких першочерговим є використання препаратів природного походження [3, 4].

Одним із елементів біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур може бути застосування в таких технологіях регуляторів росту рослин природного походження, які є сполуками з високою фізіологічною активністю, що здатні в малих концентраціях позитивно впливати на обмінні процеси в рослинах та підвищувати їх імунітет, конкурентну здатність до бур’янів та продуктивність [5]. Низкою праць [6, 7] доведено, що регулятори росту рослин зосереджують свою дію в рослинних клітинах, регулюючи баланс фітогормонів, чим впливають на ростові процеси і вегетацію культури в цілому. Також вони стимулюють проходження в рослинах обмінних процесів та сприяють більш повному розкриттю генетичного потенціалу.

Регулятори росту рослин можуть використовуватись у технологіях вирощування сільськогосподарських культур як для обприскування вегетуючих рослин, так і для передпосівної обробки насіння, або ж в

комплексі – обробка насіння + обприскування рослин по вегетації. Комплексне застосування регуляторів росту рослин є більш виправданим, оскільки при цьому продуктивність посівів зростає в рази [8].

Використання регуляторів росту рослин для обприскування посівів дає можливість поєднати їх в одній технологічній операції із застосуванням пестицидів. При цьому додавання регуляторів росту рослин до розчину пестициду дозволяє зменшити кратність обробок, норми внесення останніх, а звідси – виключити залишки хімічних речовин у кінцевій продукції. Це досягається за рахунок підвищення, під дією регуляторів росту рослин, стійкості рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища [9]. Так, на прикладі Альбіту доведена можливість зниження стресового впливу гербіциду на посіви пшениці. У цілому, здатність регуляторів росту рослин зумовлювати стресозниження, забезпечує підвищення продуктивності посівів на 10–25% з отриманням значного додаткового прибутку [10].

Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження (хімічного і біологічного) підтверджується багатьма дослідженнями, в ході яких встановлено, що таке поєднання забезпечує пришвидшення детоксикації ксенобіотика в рослинах [11].

Низкою праць З. М. Грицаєнко і В. П. Карпенка [12] доведено, що при внесенні пестицидів у комплексі з біологічними препаратами детоксикація хімічних речовин в рослинах інтенсифікується, тому стресовий період значно скорочується, ендогенні системи рослин швидше відновлюють свою роботу, а антиоксидантна система – залишається досить активною впродовж всього періоду вегетації культури.

Наслідком проникнення в культурні рослини токсиканта є стрес, який супроводжується утворенням у рослині активних форм кисню (АФК), а тому стійкість рослин до дії токсиканта напряму пов’язана з інтенсивністю генерації АФК [13].

АФК продукуються внаслідок окисно-відновних реакцій та в реакціях 1-3 електронного відновлення кисню за рахунок ферментативного окиснення

[14].

Для ліквідації АФК у рослинах інтенсифікується робота ферментативних систем та антиоксидантів: супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази, глутатіону, аскорбінової кислоти тощо.

СОД – каталізує реакцію утворення пероксиду водню із супероксидного атом-радикала. У подальшому, важливе значення в ліквідації отруйного для рослин пероксиду водню відіграють ферменти – каталаза й пероксидаза [15, 16].

Встановлено, що, якщо рослині не вдається знизити рівень АФК у тканинах, то можливий розвиток оксидативного стресу, який супроводжується пероксидним окисненням ліпідів (ПОЛ) [17].

На жаль, менш вивченою на фізіологічний стан рослин є сумісна дія регуляторів росту рослин, проте як свідчать деякі джерела екзогенні регулятори, проникаючи в рослину, здатні змінювати співвідношення і концентрацію ендогенних фітогормонів. При цьому їх уміст змінюється в бік переважання гормонів-стимуляторів. Так, на прикладі ячменю ярого, обробленого Епіббрасинолідом, виявлене в тканинах рослин у 6–12 разів зростання зеатинрибозиду. Окрім позитивного впливу регуляторів росту рослин на ендогенний фітогормональний баланс, доведена їх здатність знижувати в рослинах перебіг реакцій ПОЛ, що виражається в пригніченні нагромадження у тканинах малонового диальдегіду [18, 19].

Пригнічення реакцій ПОЛ у рослинах за дії регуляторів росту рослин стимулює нагромадження рослинами хлорофілу та позитивно впливає на проходження процесу фотосинтезу, наслідком чого є наростання площі листкового апарату, надземної біомаси та підвищення продуктивності посівів [20].

Сумісна дія регуляторів росту рослин на фізіологічний стан рослин є неоднозначною, однак більшість дослідників констатують позитивну дію на рослини з боку впливу в таких сумішах регуляторів росту рослин.

Так, у своїх дослідженнях В. П. Карпенко [21] встановив, що регулятор

росту рослин Емістим С зумовлює значне зростання активності ферментів класу оксидоредуктаз – каталази, пероксидази, поліфенолоксидази і аскорбатоксидази, що може свідчити про підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинному організмі, направлених на ліквідацію шкідливих для рослини продуктів метаболізму.

У дослідах С. А. Шумік та ін. [22] аналізувався вплив Агростимуліну, Триплану та Емістиму С на функціонування ферментних систем рослин пшениці озимої під час колосіння. Було встановлено, що препарати активізують нітратредуктазну систему верхівкового листка, що сприяє кращому засвоєнню рослинами азоту.

В дослідженнях І. Б. Леонтюк [23] встановлено, що під впливом Агростимуліну в рослинах пшениці озимої у фазі колосіння активність каталази збільшувалась в 1,8 рази, пероксидази – в 1,1, поліфенолоксидази – в 1,3 рази.

Регулятори росту рослин, змінюючи антиоксидантний статус рослин, зумовлюють зміни в пігментному комплексі сільськогосподарських культур. Так, як встановлено дослідженнями В. П. Карпенка та ін. [24] та D. Kim et al. [25], на синтез хлорофілу в значній мірі можуть впливати біологічні препарати, які залежно від виду препарату та норм внесення, сприяють підвищенню або зниженню його вмісту у листках сільськогосподарських культур.

Зміни в пігментному комплексі рослин за дії регуляторів росту рослин відповідним чином позначаються на формуванні листкового апарату, надземної маси та фотосинтетичній продуктивності рослин.

Дослідженнями вітчизняних учених встановлено, що регулятори росту, як високоактивні сполуки, мають суттєвий вплив на нагромадження вегетативної маси культурних рослин [26].

За дії різних норм гербіциду Гранстар, внесених без регулятора росту рослин й сумісно з Емістимом С, відмічено посилення процесів нагромадження сухих речовин у листках ячменю ярого. Зокрема, найвищі

показники вмісту сухих речовин були встановлені у варіантах досліду із застосуванням 10 і 15 г/га Гранстару сумісно з Емістимом С, що складало відповідно 53 і 73% при 41% у контролі [27].

Фотосинтетична продуктивність рослин у значній мірі визначається рівнем нагромадження в асиміляційних органах пігментів. Уміст пігментів, а також співвідношення між ними, є фізіологічною характеристикою листка і рослини в цілому.

За даними З. М. Грицаєнко і О. І. Заболотного [28], при застосуванні у посівах кукурудзи регулятора росту рослин Зеастимулін вміст зелених пігментів перевищував контроль на 7%.

Питання взаємозв'язку між рослинами і мікробіотою за дії фізіологічно активних речовин не можна розглядати без такого ключового чинника як ґрунт, де вирішальну роль у формуванні його родючості відіграє видовий і кількісний склад ґрунтової мікробіоти. Ґрунтові мікроорганізми є важливою ланкою, що забезпечує рослину елементами живлення, тому збагачення ризосферного шару ґрунту в посівах таких культур як сорго, просо, пшениця, рис та ін. асоціативними азотфіксувальними бактеріями та іншими агрономічно цінними мікроорганізмами має велике значення для підвищення врожайності посівів. Саме ризосфера сільськогосподарських культур є тою ланкою, де відбувається тісна взаємодія рослини з мікробіотою, тому будь-які порушення фізіологічного стану рослинного організму відображаються на її складі і чисельності [29, 30].

У процесі життєдіяльності рослини виділяють у ґрунт вуглеводи, вітаміни, мінеральні сполуки та інші речовини, так звані ексудати, які слугують для мікробіоти живильним середовищем, проте й самі мікроорганізми продукують низку біологічно активних сполук, що стимулюють ріст і розвиток рослин [31].

Дія пестицидів, внесених окремо або в сумішах з біологічними препаратами, на ґрунтову мікробіоту є неоднозначною, що проявляється в її стимулюванні або пригніченні.

Дані Міністерства сільського господарства США свідчать, що Україна входить у першу десятку за урожайністю сорго, разом з тим у Європейському Союзі урожайність соргових культур складає в середньому 57 ц/га, тоді як в Україні 39 ц/га.

Науковцями доведено, що застосування рістрегулюючих речовин як для обробки посівного матеріалу, так і упродовж вегетації сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Так дослідженнями, що проводилися у посівах сорго цукрового встановлено [32], що за внесення регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га урожайність зеленої маси зростала на 10,4% відносно контролю.

Дослідженнями Н. І. Горбаченко [33] встановлено, що урожайність сорго цукрового за передпосівної бактеризації насіння Мікрогуміном та Поліміксобактерином зростає на 5–9%, вихід біоетанолу збільшується на 0,3 т/га. Застосування даних біопрепаратів сприяло зменшенню втрат водорозчинних гумусових речовин на 28–32%, азоту (нітратів) – на 11–15%, кальцію – на 7%, магнію – 8–15%.

Дослідження з дії мікробного препарату на рослини сорго цукрового показали [34], що найвища висота рослин відмічалась за використання бакової суміші бактеріального препарату Біокомплекс-БТУ з комплексом мікродобрив Квантум-Бор Актив, Квантум-АкваСил, Квантум-Хелат Цинку, Квантум-Аміно Макс.

Позитивний вплив регуляторів росту рослин на висоту рослин кукурудзи відмічено в дослідах з вивченням регулятора росту рослин Гумі (20 г/л) разом з мікроелементами, де збільшення висоти рослин кукурудзи складало 12–33 см, урожайність зеленої маси – 15,1 т/га, що перевищувало контроль на 21,7% [35].

Підсумовуючи вищенаведений літературний огляд, можна констатувати, що питання роздільної та сумісної дії регуляторів росту рослин на посіви соризу є вивченим та відображеним у науковій літературі недостатньо, зокрема відсутні дані щодо впливу препаратів на фізіолого-

біохімічний стан рослин (активність основних ферментів, накопичення хлорофілів, проходження фотосинтетичних та ростових процесів), а звідси – на формування продуктивності посівів і якості врожаю.

Тому, зважаючи на вищесказане, можна стверджувати, що вивчення роздільної та комбінованої дії регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу дасть можливість вирішити завдання підвищення продуктивності посівів культури за рахунок впровадження в технологію його вирощування елементів біологізації, що ґрунтуються на екологічній основі використання препаратів хімічного і біологічного походження.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження виконувались у Правобережному Лісостепу України. Взагалі лісостепова зона займає близько 1/3 всієї території України, вона має високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, високу розораність земель, значну лісистість та обмежену площу природних сіножатей і пасовищ. Основна частина Лісостепу (понад 75%) зайнята сільськогосподарськими угіддями, насамперед орними землями з дуже високою природною родючістю ґрунтів.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесах. Ці ґрунти відзначаються глибоким заляганням карбонатів та невисоким вмістом в орному шарі гумусу (3,20–3,31%), рухомого фосфору і калію (за Чиріковим) – 110–120 і 80–90 мг/кг відповідно, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 100–110 мг/кг, РН сольової суспензії – 5,6–5,8, гідролітична кислотність – 28–32 мг-екв. на 1 кг ґрунту [36].

Вивчення впливу різних норм та способів використання регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан (обробка насіння та вегетуючих рослин) на проходження ключових фізіологічних процесів у рослинах соризу проводили в умовах дослідного поля, навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України.

Дослідне поле являє собою плато з тонкими схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води розміщені на значній глибині, тому польові культури, в тому числі й сориз, використовують переважно

вологу у вигляді опадів. Проте сориз, будучи різновидом зернового сорго, має низку переваг над іншими сільськогосподарськими культурами (зокрема, посухо- та жаростійкість), що сприяє формуванню стабільної продуктивності посівів за досить високого рівня жорстких ґрунтово-кліматичних умов, тому дану культуру можна позиціонувати як культуру майбутнього, яка зможе забезпечити виробництво крупи для харчування населення в умовах глобального потепління [35].

Правобережний Лісостеп України характеризується помірно континентальним кліматом з м'якою зимою і теплим літом [37]. Кліматичні особливості Правобережного Лісостепу визначаються дією вологих повітряних мас, які приносяться західним вітром.

Дослідне поле Уманського НУС розміщене в зоні нестійкого зволоження (ГТК – 1,2) та має теплий помірно-вологий клімат, проте в поодинокі роки бувають виключення у вигляді посухи, зима м'яка з поодинокими сильними морозними температурами.

Середня температура самого теплого місяця (липня) складає + 19,0°С, а самого холодного (січня) – -5,7°С. Абсолютний мінімум досягає -39°С, максимум + 39°С. Період з середньодобовою температурою більше + 10°С триває 160–165 діб. Середня річна температура становить +7,4°С. Сума активних температур коливається в межах 2600–2660°С.

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 кКал/см^2 (3838,5–4051,8 МДж/м^2) за рік, а на частину сумарної фотосинтетично активної радіації приходиться 39 ккал/см^2 (1663,4 МДж/м^2) за період вегетації з температурою повітря вище +5°С.

Тривалість теплого періоду року з позитивною добовою температурою повітря (t > 0°С) складає 245 діб, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур (t > 5°С) – 201 добу, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур (t > 10°С) – 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду (t > 15°С) – 109 діб.

Погодні умови змінюються зі зміною пори року. Так, зимовий режим погоди встановлюється при переході середньодобової температури повітря через 0°С. Початок зими характеризується нестійкою погодою з частою зміною морозів на відлиги. Зима в більшості років не сувора. Хоча бувають роки, коли в середньому морози досягають -25°С. Характерною особливістю зимового сезону є наявність частих відлиг, коли температура повітря підвищується до +8–10°С тепла. Тому в окремі зими стійкого снігового покриву не спостерігається. В зимовий період переважає хмарна погода з незначними опадами, на долю яких приходиться 20–25% річної суми.

Початком весни вважають дату стійкого середньодобового переходу температури повітря через 0°С. Цей період приходиться на 15–20 березня. В першій декаді квітня спостерігається середньодобовий перехід температури через +5°С, а в кінці квітня – через +10°С, що свідчить про початок активної вегетації сільськогосподарських культур. Весною часто бувають похолодання і заморозки.

Літо починається із середини травня і триває до середини вересня. Початком літа є фаза переходу середньодобової температури через +15°С. На початку літа спостерігається тепла погода, яка в окремі роки змінюється на жарку (липень – серпень). Середня температура повітря в травні – червні досягає 18–22°С, липні – серпні – 23–25°С тепла. Максимальна температура в окремі роки в липні може підвищуватись до +38°С. Звичайною температурою для літа є + 19°С. Однак бувають відхилення від +17,3–17,5°С до + 22°С.

Вологі західні вітри, що переважають літом, приносять значну кількість опадів. Днів з опадами більше 0,1мм в травні – червні буває 10–12, серпні – вересні по 8–10. Характерна особливість літнього сезону – наявність грозових дощів. Проте, в окремі роки спостерігається літня засуха, обумовлена тривалим і значним дефіцитом опадів і підвищеною температурою повітря, внаслідок якої значно витрачаються запаси доступної вологи з ґрунту.

Осінній режим погоди настає після переходу середньодобової температури повітря через +10°С у бік більш низьких температур. Зазвичай цей період приходиться на 5–10 жовтня. Між кожним літом і початком осіннього сезону спостерігається передосінній період, який триває до 5–10 жовтня. Передосінній період і перша половина осені сухі, теплі. Хмарна і дощова погода настає в кінці жовтня. Впродовж передосіннього та осіннього періодів спостерігається загальне зниження температури повітря, і в кінці жовтня середньодобова температура повітря не перевищує +5°С, що є ознакою завершення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

У загальному агрометеорологічні умови зони проведення досліджень можна охарактеризувати так:

• помірно-холодна зима із значними добовими коливання температури повітря з незначними опадами, невеликим сніговим покривом,

• помірно-тепла весна з можливими заморозками в окремі дні, з холодними вітрами й нерівномірним розподілом опадів;

• помірно-жарке літо, інколи з посухами в період вегетації та нерівномірним розподілом опадів, часто у вигляді злив, з переважанням західних вітрів;

• помірно-тепла осінь, іноді зі значними коливаннями температури у кінці періоду в бік до нуля.

За даними метеостанції Умань (табл. 2.1), 2023 сільськогосподарський рік у період вегетації соризу характеризувався чергуванням посух і злив. Так, з травня по вересень кількість опадів склала 167,3 мм.

У період активної вегетації культури (травень–липень) їх кількість склала 150,7 мм, але слід зазначити, що в квітні місяці кількість опадів становила 129,6 мм, що створило сприятливі умови за вологозабезпеченням для сівби культури. Середня температура повітря у період активної вегетації культури становила 18,8°С, що переважало середньобагаторічний показник на 0,4°С. Відносна вологість повітря у цей же період складала 62,7%

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік	За рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сума опадів, мм													
Середньобагаторічна	586,0	38,0	34,0	36,0	41,0	52,0	81,0	68,0	49,0	61,0	43,0	43,0	40,0
2023	–	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2	–	–	–
Середня температура повітря, °С													
Середньобагаторічна	8,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8
2023	–	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	–	–	–
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76,0	86,0	85,0	82,0	68,0	64,0	66,0	67,0	68,0	73,0	80,0	87,0	88,0
2023	–	89	81	72	80	56	64	68	65	62	–	–	–

Таким чином, з вищенаведеного аналізу ґрунтово-кліматичних і погодних умов регіону, в якому розташоване дослідне поле Уманського НУС випливає, що для вирощування соризу складались задовільні умови. Це відповідним чином знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних. Загалом, ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень відповідають помірно-континентальній східноєвропейській ґрунтово-кліматичній фації.

2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу регуляторів росту рослин на фізіологічний стан посівів соризу виконували упродовж 2023 року в польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – кафедри біології Уманського національного університету садівництва. Дію вищезгаданих препаратів вивчали в посівах соризу сорту Титан. Даний сорт стійкий до вилягання, засухи та хвороб, зокрема пухирчастої сажки.

Рослинам соризу сорту Титан притаманні середня за настанням строків кущистість та викидання волоті. На час дозрівання третій від волоті листок середньої довжини, вузький. Прапорцевий листок на час викидання волоті має помірне знебарвлення середньої жилки. Середня висота рослини коливається в межах 95 см. Волоть на кінець цвітіння помірно щільна. На час достигання волоть також помірно щільна, конусоподібна, має середню довжину без шийки та середні за довжиною гілочки першого порядку в середній третині волоті. Шийка волоті над пазухою – середня. Зернівка після достигання світло-жовтого кольору, має еліптичну форму зі спинки, а в профіль – вузькоеліптичну, малий розмір зародку, наполовину відкриту поверхню від насінної шкірки. Структура ендосперму зерна в поздовжньому розрізі на 3/4 склоподібна з середніми показниками твердості та екструзивної здатності, жовтого кольору. Середня врожайність сорту 39,1 ц/га за маси 1000 зерен 35,6 г [38].

Регулятор росту рослин Вермистим Д – це високогумусна речовина, яка має у своєму змісті комплекс біологічно поживних речовин. Сприяє більш ефективному використанню корисних речовин рослинами і захищає рослину від хвороб. До його складу входять фітогормони, гумінові і фульвокислоти, вітаміни, амінокислоти, специфічні білкові речовини, мікроорганізми: молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* не менше 1,0 х 10^5, *Lactobacillus casei* не менше 1,0 х 10^4, фототрофні бактерії *Rhodopseudomonas palustris* не менше 1,0 х 10^4, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* не менше 1,0 х 10^4. Препарат сприяє підвищенню схожості насіння, стимулює ріст і розвиток рослин, підвищує імунітет рослин до різних захворювань, заморозків і посухи, а також зменшує кількість нітратів і нітритів, важких металів і радіонуклідів, покращує якість продукції, підвищує врожайність на 15–20% при значному поліпшенні якості вирощеної продукції, зменшує внесення добрив на 15–20%, пестицидів 15–25%. Рекомендований до використання на зернових, зернобобових, овочевих культурах, кукурудзі, ріпаку, буряках цукрових, соняшнику. Норма використання – 6–8 л/т чи 6–10 л/га [39].

Регулятор росту рослин Біолан – препарат широкого спектру дії, продукт біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню з додаванням хелатних форм мікроелементів. Характеризується підвищенним вмістом аналогів фітогормонів, амінокислот, біогенних мікроелементів і полінасичених жирних кислот, відповідальних за вироблення фітоалексінів.

Препарат рекомендований до використання для передпосівної обробки насіння шляхом замочування або інкрустації та обприскування вегетуючих рослин на всіх етапах онтогенезу, підвищення врожайності і якості таких культур: пшениці, ячменю, жита, вівсу, гречки, рису, кукурудзи, технічних культур, цукрових буряків, соняшника, ріпаку, люцерни, конюшини, сої, гороху.

Біолан застосовують у вигляді водного розчину в одній суміші з іншими препаратами, яку готують у день використання. Його норма при внесенні на тонну насіння або на гектар посівів досить мала, тому важливо, щоб препарат був рівномірно розчинений в робочому розчині. Для цього воду з біостимулятором та іншими препаратами ретельно перемішують.

Норми внесення препарату – для передпосівної обробки насіння всіх культур: 25 мл/т (робочого розчину – 10 л/т); для обприскування посівів: 20 мл/га [40].

Досліди з вивчення впливу регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан за різних способів їх використання закладались за наступною схемою:

1. Без застосування препаратів (контроль);
2. Вермистим Д 6 л/т;
3. Біолан 20 мл/га;
4. Вермистим Д 6 л/т+ Біолан 20 мл/га.

Польові досліди закладали з послідовним розміщенням варіантів. Повторність досліду – триразова. Площа дослідних ділянок становила 80 м^2, облікових – 60 м^2.

Основні дослідження та спостереження в дослідах проводили згідно наступних методик:

активність ферментів – каталази, пероксидази, поліфенолоксидази у листках соризу визначали в зразках, відібраних у польових умовах у відповідні фази, за методиками, описаними Х. М. Починком [41];

площу листкового апарату та надземну масу рослин соризу визначали ваговим методом [41];

облік урожайності соризу виконували поділянково, шляхом збирання комбайном «Сампо»;

економічну ефективність застосування препаратів виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт;

статистичну обробку результатів досліджень проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізів.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан

Рослини упродовж своєї вегетації синтезують велику кількість різних за структурою метаболітів, у тому числі таких, що захищають рослину від стресів абіотичного походження [42].

До таких стресів може відноситися застосування пестицидів – речовин, які складають окрему групу фізіологічно активних сполук, що здатні змінювати обмінні процеси у рослинах, які лежать в основі фотосинтезу, активності ферментів, дихання та інших ключових реакцій рослинного організму [32].

Науковцями встановлено [43, 44], що застосування біологічно активних речовин здатне провокувати зростання інтенсивності проходження реакцій перокисного окиснення ліпідів, разом з тим доведено, що за комплексного внесення регуляторів росту рослин активність реакцій перокисного окиснення ліпідів знижується, що дає підстави стверджувати про захисні властивості регуляторів росту рослин.

С. Авраменко із співавторами [45] встановили, що регулятори росту рослин пришвидшують процеси синтезу білка і ферментів у рослинах, що значно активізує проходження в них обмінних процесів.

Паралельно з реакціями перокисного окиснення ліпідів в рослинному організмі активізується одна з важливих систем антистресового захисту, а саме група ферментів класу оксидоредуктаз, які каталізують біологічне окиснення в клітинах за рахунок переносу електронів з однієї молекули на іншу, і є ключовою ланкою в знешкодженні активних форм кисню. Одними із основних ферментів-антиоксидантів цієї групи є каталаза, пероксидаза і поліфенолоксидаза.

При проведенні досліджень дані ферменти можна використовувати як індикатори, що свідчать про інтенсивність подолання окиснювального стресу

рослиною. Так, каталаза є достатньо поширеною в усіх рослинах, а сутність її дії полягає у розкладанні перекису водню, при якому виділяється молекулярний кисень, тобто основною задачею ферменту є запобігання накопиченню перекису водню, що утворюється під час дисмутації супероксидного аніону. У свою чергу пероксидаза є одним із ферментів, що також інактивує пероксид (та деякі інші чужорідні сполуки) і в подальшому розкладає його до води, водночас даний фермент бере безпосередню участь у процесах фотосинтезу та інших метаболічних перетвореннях [43, 46, 47].

Отже, можна стверджувати, що дослідження активності окремих ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази і поліфенолоксидази) можуть слугувати одним із шляхів розкриття глибини впливу хімічних і біологічних препаратів на фізіолого-біохімічний стан рослинного організму.

Як показали дослідження (табл. 3.1), ферментативна активність рослин соризу у фазі кущіння змінювалась від використання регуляторів росту рослин, що застосовувались, як окремо, так і в комплексі. Так, у 2023 році самостійне внесення регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га сприяло зростанню активності ферментів у фазі кущіння рослин до контролю на 9,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 4,9 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази.

За внесення цієї ж норми Біолану, але по фону передпосівної обробки насіння соризу Вермистимом Д, спостерігалось підвищення ферментативної активності у відношенні до контролю на 31,6% – для каталази і на 16,5% – для пероксидази.

Стосовно ферменту поліфенолоксидази, нами було відмічено теж зростання його активності. Так, якщо у варіанті контроль активність ферменту була на рівні 24,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти, то за передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 6,0 л/т активність ферменту зростала до 27,4 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. За по сходового внесення Біолану у нормі 20 мл/га активність поліфенолоксидази зростала до контролю на 0,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно. У варіанті, де проводили

передпосівну обробку насіння Вермистимом Д з наступним внесенням Біолану активність поліфенолоксидази складала 30,7 мкМоль при 24,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

Таблиця 3.1

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан (фаза кущіння, 2023 р.)

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2/г сирої речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв.	Поліфенолокси-даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	85,4	103,1	24,9
Вермистим Д 6 л/т	104,6	114,2	27,4
Біолан 20 мл/га	95,3	108,0	25,8
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	112,4	120,1	30,7
$НІР_{05}$	*4,1*	*3,9*	*1,6*

Досліджуючи ферментативну активність рослин соризу у наступну фазу росту і розвитку – викидання волоті (табл. 3.2), нами була відмічена тенденція до зниження активності досліджуваних ферментів у порівнянні з фазою кущіння культури, проте їх активність, як і в попередню фазу дослідження, залежала від норм та способів застосування досліджуваних препаратів. Так, у фазі викидання волоті у 2023 році нами було встановлено, що застосування регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га

призводило до зростання активності ферментів у відношенні до контролю на 6,1% для каталази та на 2,1% для пероксидази.

Таблиця 3.2

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан (фаза викидання волоті, 2023 р.)

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2/г сирої речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв.	Поліфенолокси-даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	79,1	98,4	21,0
Вермистим Д 6 л/т	96,3	104,1	24,3
Біолан 20 мл/га	83,9	100,5	22,8
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	102,6	114,3	27,5
$НІР_{05}$	*4,1*	*3,9*	*1,6*

За комплексного внесення Біолану у нормі 20 мл/га з Вермистимом Д 6 л/т інтенсивність проходження ферментативних реакцій зростала на 29,5% для каталази, 16,2% – для пероксидази.

При дослідженні активності поліфенолоксидази було встановлено, найбільше її зростання у відношенні до контролю за комплексного внесення регуляторів росту рослин (обробка посівів та насіння) на 31%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновок: застосування в посівах соризу регуляторів росту рослин

Вермистим Д та Біолан накладає істотний відбиток на зростання активності досліджуваних ферментів класу оксидоредуктаз, що може бути наслідком інтенсифікації в рослинах під їх впливом метаболічних перетворень, направлених як на детоксикацію ксенобіотиків, так і тих, що є результатом активізації під впливом регуляторів росту рослин фізіолого-біохімічних процесів. Значне підвищення активності ферментів упродовж фаз кущіння – викидання волоті простежувалося в посівах соризу за комплексної дії регуляторів росту рослин, зокрема, активність каталази зростала в середньому по фазах розвитку культури на 29,7–31,6%, пероксидази – 16,0–16,5%, поліфенолоксидази – 23,3–31,0%.

3.2. Площа листкового апарату рослин соризу за використання регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан

З практики вирощування сільськогосподарських культур відомо, що внесення біологічно активних речовин суттєво впливає на формування листкового апарату [48].

Відомо, що урожайність сільськогосподарських культур залежить від низки показників, серед яких важливим є формування розвиненого листкового апарату, який би максимально ефективно накопичував органічну речовину. Площа листкової поверхні будь-якої сільськогосподарської культури може залежати від погодних умов, агротехніки вирощування, в тому числі й внесення регуляторів росту рослин, адже саме листок контактує безпосередньо з діючою речовиною препаратів та може зазнавати певних змін. Тому, важливим було з’ясувати такі зміни в наростанні площі листкової поверхні за розрізненої і комплексної дії регуляторів росту рослин у посівах соризу.

Досліджуючи формування листкового апарату рослин соризу у фазі кущіння нами було встановлено, що у 2023 році (табл. 3.3) за внесення регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га площа листкового апарату соризу зростала у відношенні до контролю на 4,8%, водночас за внесення

Біолан у вищезгаданій нормі по фону застосування для обробки насіння регулятора росту рослин Вермистим Д сприяло наростанню листкового апарату соризу на 21,1%.

Разом з тим на формування площі листкового апарату впливала і передпосівна обробка насіння регулятором росту рослин, так, якщо у контролі площа листків соризу становила 25,1 тис. м^2/га, то за обробки посівного матеріалу Вермистимом Д (6 л/т) вона складала 27,8 тис. м^2/га.

Таблиця 3.3

Площа листкового апарату (тис. м^2/га) рослин соризу за використання регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза кущіння	Фаза викидання волоті
Без препаратів і ручних прополювань (контроль)	25,1	51,2
Вермистим Д 6 л/т	27,8	58,1
Біолан 20 мл/га	26,3	55,0
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	30,4	63,7
$НІР_{05}$	*1,3*	*2,6*

При вивченні площі листкового апарату рослин соризу у фазу викидання волоті нами встановлено, що її формування, як і в фазу кущіння, залежало від регуляторів росту рослин, внесених окремо і за поєднання. Так, у 2023 р. за внесення Біолану площа листкового апарату рослин соризу в порівнянні до контролю зростала на 7,4%, за використання Вермистиму Д – 13,5%, а за комбінування регуляторів росту рослин Вермистим Д (обробка насіння) + Біолан (обробка вегетуючих рослин) – 24,4%.

Таким чином, комплексне застосування регуляторів росту рослин в посівах соризу зумовлює більш активне наростання листкового апарату, що в фази кущіння та викидання рослинами волоті супроводжується зростанням показників у відношенні контролю на 21,1–24,4%.

3.3. Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан

Ріст рослин являє собою безперервний процес ділення та розтягування клітин. Встановлено, що доки листок не досягне 2/3 своїх кінцевих розмірів, його значення у забезпечені рослини продуктами фотосинтезу є зовсім незначним. Процес росту листка здійснюється за рахунок розтягування клітин палісадної паренхіми та поділом клітин мезофілу. Також встановлено, що вегетативну масу рослин визначають сортові особливості, погодні умови та агротехніка вирощування [49]. Ріст рослини на всіх етапах органогенезу повинен відповідати її потребам в енергії, вологозабезпеченні й елементах мінерального живлення.

На формування надземної біомаси сільськогосподарських культур впливає застосування регуляторів росту рослин. Так, застосування в посівах кукурудзи РРР Емістим С і Капаніну спричинило активізацію наростання біомаси кукурудзи проти контролю на 9–12% [50].

Рослини соризу сорту Титан відзначаються середніми строками кущіння та викидання волоті. На час достигання рослини мають середню висоту, таку ж кущистість та слабке гілкування. Проте дані елементи органогенезу напряму залежать від агротехніки вирощування й погодних умов (табл. 3.4). Так, аналізуючи надземну біомасу соризу в фазі кущіння у 2023 р. можна констатувати, що за внесення регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га відмічалось зростання вегетативної маси рослин соризу на 7,7%, За передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин Вермистим Д відмічено зростання надземної біомаси рослин у відношенні до

контролю на 11,1%, що може свідчити про активізацію ростових процесів рослин соризу, обумовлених рістрегулюючими властивостями регулятора росту рослин.

Таблиця 3.4

Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан (г/рослину, 2023 р.)

Варіант досліду	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	молочно-воскової стиглості
Без застосування препаратів (контроль)	35,2	118,4	150,1
Вермистим Д 6 л/т	39,1	126,4	163,9
Біолан 20 мл/га	37,9	121,7	158,5
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	41,4	135,4	172,4
$НІР_{05}$	*1,8*	*2,9*	*3,5*

Найвищі показники формування надземної біомаси соризу були одержані при застосуванні препаратів у комплексі – Вермистим Д (6 л/т) + Біолан (20 мл/га), що забезпечувало зростання біомаси рослин відносно контролю на 17,6%.

У фазу викидання соризом волоті його надземна біомаса суттєво зростала у порівнянні до фази кущіння, проте у випадку використання препаратів відмічалась подібна залежність, що й у попередню фазу обліку. Так, за використання регулятора росту рослин Біолан біомаса рослин соризу зростала до контролю на 2,8%. За внесення Біолану по фону передпосівної

обробки насіння Вермистимом Д біомаса рослин соризу зростала до контрольного варіанту на 14,4%.

У фазу молочно-воскової стиглості рослини соризу формували найбільшу біомасу в порівнянні з попередніми фазами. Так, якщо у контролі маса однієї рослини соризу складала 150,1 г, то за використання Вермистиму Д у нормі 6 л/т вона складала 163,9 г/рослину відповідно. Найвищі ж показники біомаси соризу формувались у варіантах, де застосовували бакову суміші – Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га. У цьому варіанті досліду біомаса рослин перевищувала відповідні показники контролю на 14,9%.

Таким чином, з одержаних даних можна зробити висновки: найактивніше наростання надземної біомаси рослинами соризу відбувається на фоні стимулювання росту й розвитку рослин регуляторами росту рослин; найоптимальнішими за дією на формування біомаси рослинами соризу є внесення по фону обробки насіння соризу перед сівбою Вермистимом Д 6 л/т з посходовим внесенням Біолану 20 мл/га, за використання яких надземна біомаса рослин зростає в середньому за фазами розвитку на 14,4–17,6%. Це узгоджуються з найбільшою активізацією в цих варіантах досліду проходження в рослинах фізіолого-біологічних процесів – ферментативних, формування площі листкової поверхні.

3.4. Вплив регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан на врожайність соризу

При вивченні дії регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні показники рослин соризу важливо було дослідити ефективність дії композицій препаратів на формування врожайності даної культури.

Аналізуючи вплив досліджуваних препаратів на врожайність соризу, слід відмітити, що застосування регулятора росту рослин Біолан в нормі 20 мл/га в 2023 році сприяло збільшенню врожайності культури відповідно на 0,22 т/га проти контролю (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Урожайність зерна соризу (т/га) за дії регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан

Варіант досліду	2023 р.	Приріст до контролю, %	Прибавка врожаю
Без застосування препаратів (контроль)	3,26	100	0
Вермистим Д 6 л/т	3,64	+11,7	0,38
Біолан 20 мл/га	3,48	+6,7	0,22
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	4,01	+23,0	0,75
HIP_{05}	*0,18*	–	–

Однак вищий рівень урожайності формувався у варіанті досліду, де виконували передпосівну обробку насіння Вермистимом Д – прибавка врожаю становила 0,38 т/га. Найвища врожайність соризу формувалась за внесення Біолану на фоні обробки насіння Вермистимом. Так, за даного поєднання урожайність перевищувала контроль на 0,75 т/га.

Таким чином, застосування в посівах соризу регулятора росту рослин Біолан на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Вермистим Д створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності зерна, що на 0,75 т/га перевищує контрольний варіант.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН ВЕРМИСТИМ Д ТА БІОЛАН У ПОСІВАХ СОРИЗУ

Нині Україна є одним із найбільших виробників соргових культур, разом з тим за останнє десятиліття їх посівні площі значно зменшилися, що багато в чому пов'язано з ціновою політикою на сою, соняшник кукурудзу, роблячи ці культури більш рентабельними. Як свідчать дані Держстату, посівних площ під сорговими культурами у 2012 році нараховувалось близько 170 тис. га, а в 2016-му році цей показник знизився більш як на 60%. На разі посівні площі соргових культур в Україні складають біля 40 тис. га. Проте перспективи для збільшення посівних площ під соргові культури все таки існують і пов'язані вони насамперед з удосконаленням технології їх вирощування, адже за останні 10–15 років аграрії підняли їх середню врожайність майже вдвічі [51].

Будь яка виробнича діяльність за кінцеву мету ставить одержання прибутку. Вирощування сільськогосподарських культур не є виключенням, адже сільськогосподарський виробник завжди планує та розраховує рентабельність і потенційний прибуток культури, куди входить вартість насіння, регуляторів росту рослин, засобів захисту рослин, вартість виконаних робіт, паливо та інші витрати, які відносяться до потенційних або додаткових [52].

В. В. Думич [53] встановив, що внесення біопрепаратів Азотофіт (0,1 л/га), Біокомплекс-БТУ для зернових культур (0,5 л/га) та ФітоХелп (0,5 л/га) у посівах ярих зернових культур забезпечує збільшення врожайності пшениці ярої на 12,3–20,1%, вівса – на 13,2–19,9%. Економічний ефект від внесення препаратів на досліджуваних культурах складає у межах від 1250 до 1618 грн./га.

Результати проведеної економічної оцінки використання препаратів у посівах соризу показали, що за використання регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 1460 грн./га, рівень рентабельності при цьому складав 147% (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан, 2023 р.

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування культури, грн./га	В т.ч. додаткові, грн./га	Вартість валової продукції, грн./га	В т.ч. додаткової, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продук-ції, грн.	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток за рах. застосування препаратів, грн./га
Без застосування препаратів (контроль)	3,26	0	10980	0	26080	0	15100	3368	138	0
Вермистим Д 6 л/т	3,64	0,38	11250	280	29120	3040	17860	3093	159	2760
Біолан 20 мл/га	3,48	0,22	11280	300	27840	1760	16560	3241	147	1460
Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га	4,01	0,75	11560	580	32080	6000	20520	2883	178	5420

Вищими ці показники були за використання для передпосівної обробки насіння соризу регулятора росту рослин Вермистим Д у нормі 6 л/т, де додатковий чистий прибуток складав 2760 грн./га за рівня рентабельності 159%.

Найвищі показники економічної ефективності від застосування регуляторів росту рослин формувались у варіанті досліду із посходовим внесенням Біолану на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Вермистим Д, де було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 5420 грн./га за рентабельності виробництва 178%.

Таким чином, з одержаних даних економічного аналізу можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідними є застосування в посівах соризу композиції Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га, яка забезпечує зростання рівня рентабельності до 178% при 138% у контролі за додаткового чистого прибутку 5420 грн./га.

ВИСНОВКИ

1. Застосування в посівах соризу регуляторів росту рослин Вермистим Д та Біолан накладає істотний відбиток на зростання активності досліджуваних ферментів класу оксидоредуктаз. Значне підвищення активності ферментів упродовж фаз кущіння – викидання волоті простежувалося в посівах соризу за комплексної дії регуляторів росту рослин, зокрема, активність каталази зростала в середньому по фазах розвитку культури на 29,7–31,6%, пероксидази – 16,0–16,5%, поліфенолоксидази – 23,3–31,0%..

2. Комплексне застосування регуляторів росту рослин в посівах соризу зумовлює більш активне наростання листкового апарату, що в фази кущіння та викидання рослинами волоті супроводжується зростанням показників у відношенні контролю на 21,1–24,4%.

3. Найактивніше наростання надземної біомаси рослинами соризу відбувається на фоні стимулювання росту й розвитку рослин регуляторами росту рослин; найоптимальнішими за дією на формування біомаси рослинами соризу є внесення по фону обробки насіння соризу перед сівбою Вермистимом Д 6 л/т з посходовим внесенням Біолану 20 мл/га, за використання яких надземна біомаса рослин зростає в середньому за фазами розвитку на 14,4–17,6%.

4. **З**астосування в посівах соризу регулятора росту рослин Біолан на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Вермистим Д створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності зерна, що на 0,75 т/га перевищує контрольний варіант.

5. Найбільш економічно вигідними є застосування в посівах соризу композиції Вермистим Д 6 л/т + Біолан 20 мл/га, яка забезпечує зростання рівня рентабельності до 178% при 138% у контролі за додаткового чистого прибутку 5420 грн./га.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності зерна соризу та з метою біологізації технології його вирощування, активізацію проходження основних біологічних процесів у рослинах, в посівах культури слід застосовувати для передпосівної обробки насіння регулятор росту рослини Вермистим Д (6 л/т) у поєднанні з регулятором росту рослин Біолан (20 мл/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балян А. В. Внесок аграрної науки в розвиток органічного виробництва. Вісник аграрної науки. 2013. №11. С. 9–12.
2. Ponomarenko S. P., Hrytsaenko Z. M., Tsygankova V. A. Increase of Plant Resistance to Diseases, Pests and Stresses with New Biostimulants. Proceedings of the I st world congress on the USE of Biostimulants in Agriculture. Eds.: S. Saa Silva [et al.]. Acta Horticulturae 1009. Strasbourg, 2013. P. 225–234.
3. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський». 2012. 357 с.
4. Дерев'янський В. П. Біологічний захист пшениці ярої. Карантин і захист рослин. 2012. №10. С. 1–3.
5. Педоренко І. Ю., Баланда О. В. Природні біостимулятори росту та розвитку сільськогосподарських культур. Мат. Міжн. конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблемах сьогодення». Кам'янець-Подільськ. 2012. С. 63–64.
6. Victor J., Murch S., Krishna S. [et al.]. Role of endogenous purine metabolism in thidiazuron – indused somatic embryogenesis of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Growth Regul. 2020. P. 28.
7. Грабак Н. Х., Дудник А. В. Вплив біостимуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаївський держ. аграр. ун-т. Миколаїв, 2003. Вип. 2 (22). С. 165–169.
8. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 168 с.
9. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. Bot. Lithuan. 2020. Vol. 13. № 2. P. 115–121.

10. Гирка А. Д., Іщенко В. А., Ільєнко О. В. та ін. Вплив застосування біопепаратів та біологічно активних речовин на формування елементів продуктивності ячменю ярого в Північному Степу. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 14. С. 30–36.
11. Сергєєв А. А. Вплив біостимуляторів росту рослин на продуктивність озимої пшениці. Зрошуване землеробство. Міжвідомчий науково-темат. зб. Вип. 48. Херсон: Айлант. 2007. С. 68–72.
12. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні механізми зниження негативної дії гербіцидів на рослини ячменю ярого за їх використання у бакових сумішах із біологічно-активними речовинами. Агроекологічний журнал. 2010. Вересень. С. 63–65.
13. Alscher R. G., Donahue J. L., Cramer C. L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationship in green cells. Phisiol. Plant. 2019. V.100. №2. P. 224–233.
14. Scandalios J.G. The rise of ROS. Trends Biochem. Sci. 2022. V.27. P. 483–486.
15. Lamourex G. L., Rusness D. G., Eds. D. Dolphim [et al.] The role of glutation and glutatoin–S–transferase in pesticide metabolism, selectivity and mode of action in plants and insect. Glutation chemical, biochemical and medical aspects. New York : Wiley and Sons, 2019. V.III B. P. 154–196.
16. Noctor G., Foyer C. Ascorbate and glutathione keeping active oxygen under control. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 2020. 49. P. 249–279.
17. Smirnoff N. Plant resistance to environmental stress. Current Opinion in Biotechnology. 2019. Vol. 9. № 2. P. 214–219.
18. Polle A. Defence against photooxidative damage in plants. Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences. Ed. Scandalions – Cold Spring Harbour: Cold Spring Harbour Lab. Press. 2020. P. 623–666.

19. Terek O., Romaniuk N. Dynamics of the endogenous phytohormones of plants under growth regulators treatment. 11th FESPP Congress. Bulgarian Journal of Plant Physiol, Sp. Issue. 1998. P. 118.
20. Попов С. І., Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є. Застосування регуляторів росту рослин у насінництві зернових колосових та круп'яних культур: методичні рекомендації. За ред. С. І. Попова. Х., 2013. 78 с.
21. Карпенко В. П. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів і регулятора росту рослин. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2010. Вип. 74. С. 64–71.
22. Шумік С. А., Таран Н. Ю., Драга М. В., Мусієнко М. М. Вивчення особливостей дії регуляторів росту на адаптивні властивості зернових культур. Регулятори росту рослин у землеробстві: 36. наук. пр. К. 1998. С. 40–44.
23. Леонтюк І. Б. Біологічні процеси в рослинах озимої пшениці залежно від застосування біостимуляторів росту і Дікопуру. Біологічні науки і проблеми рослинництва. 36. наук. пр. УДАУ. 2003. С. 159–158.
24. Біологізована технологія вирощування нуту : монографія / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, О. О. Коробко, Р. М. Притуляк. За редакцією І. І. Мостов'яка. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. 125 с.
25. Kim D., Brain P., Marshall E. Effects of sub-lethal doses of metsulfuronmethyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat. Brighton Crop Prot. Conf. "Weed": Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune. Brighton. Vol. 2. Farnham. 2019. P. 669–670.
26. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. Ростові процеси тритикале озимого за дії гербіцидів різних хімічних класів та їх бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим. Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 2. С. 20–25.
27. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого і продуктивність посівів за дії гербіциду

Гранстару і Емістиму С. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні аспекти. Львів. 2007. С. 57.

28. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Активність суміші вища. Карантин і захист рослин. 2006. №5. С. 18–19.
29. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2011. № 1. С. 5–12.
30. Курдиш І. К. Ефективність інтродукції мікроорганізмів у агроекосистеми. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тез. доп., (Ужгород, 25–30 травня 2009 р.). НАН України, Мін. освіти і науки України, Тов. мікробіологів України [та ін.]. Ужгород. 2009. С. 16.
31. Подоба Л. В. Лелопатична стимуляція асоціативної азотфіксації в ризоценозі ярого ячменю. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тез. доп., (Ужгород, 25–30 травня 2009 р.) НАН України, Мін. освіти і науки України, Тов. мікробіологів України [та ін.]. Ужгород. 2009. С. 334.
32. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів; за ред. В. П. Карпенка. Умань. Видавець „Сочінський". 2016. 357 с.
33. Горбаченко Н. І. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні сорго цукрового в умовах полісся. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. № 18. С. 39–50.
34. Коваленко О. А., Чернова А. В. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрив на формування висоти рослин сортів і гібридів сорго цукрового в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. № 101. 2018. С. 54–62.

35. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва: Ч. 2. К.: Аграрна освіта. 2010. 405 с.
36. Господаренко Г. М. Агрохімія. К.: ННЦ "ІАЕ". 2010. 400 с.
37. Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України; за ред. В. М. Ліпінського. К.: Раєвського. 2003. 345 с.
38. Бушулян О. В., Бєлоусов А. О., Вареник Б. Ф. та ін. Каталог сортів та гібридів. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС). Одеса. 2017. 186 с.
39. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Спец. випуск журн. «Пропозиція». К. : Юнівест медія, 2020. 447 с. – (погоджено з Департаментом екологічної безпеки Міністерства охорони навколишнього природного середовища України).
40. Біолан. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biolan
41. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
42. Schauer N., Steinhauser D., Strelkov S. et al. GC-MS libraries for the rapid identification of metabolites in complex biological samples. FEBS Lett. 2019. 579, N 6. P. 1332–1337.
43. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту Біолан. Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань. 2013. Вип. 83. С. 19–25.
44. Терек О., Решетило С, Величко О., Яворська Н. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у паростках сої під дією емістиму С в умовах токсичного впливу іонів свинцю та кадмію. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2004. Вип. 37. С. 218–221.
45. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці. Агробізнес сьогодні. № 7. 2012. С. 24–26.

46. Scandalios J. G. Oxidative stress: Molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. J. G. Scandalios. Braz. J. Med. And Biol. Res. 2005. 38. P. 995–1014.
47. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А., Івасюк Ю. І. Фізіолого-біохімічні механізми інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. №1. С. 72–75.
48. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Мезоструктурна організація листкового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів [Електронній ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011. №2 (24). – режим доступу до журн.: http://www.nbuv.gov.ua/e-jornals/Nd/2011_2/11.gzm.pdf.
49. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту Біолану на ростові процеси озимого тритикале. Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць ХДАУ. Херсон: Айлант. 2007. Вип. 52. Ч. 2. С. 16–21.
50. Величко Л. Н. Вплив Емістиму С і Капаніну на окремі фізіологічні процеси і продуктивність кукурудзи. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ, 2001. С. 27–30.
51. Макаров Л. Х., Снитіна С. М., Скорий М. В., Шукайло С. П. Технологія вирощування соризу як попередника під пшеницю озиму. Зрошуване землеробство. 2010. Вип. 54. С. 130–136. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2010_54_21.
52. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. та ін. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.
53. Думич В. В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування ярих зернових культур. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. 22 (36). С. 231–236.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність зерна соризу, 2023 рік
Одниниці виміру: т/га
Варіантів 4, Повторностей 3
Вихідні дані:

Варіант	Середнє	Повторності		
3,26	3,30	3,33	3,15	
3,64	3,56	3,54	3,83	
3,48	3,63	3,48	3,33	
4,01	3,99	4,12	3,92	

Середнє по досліду – 3,60
Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені	Середній квадрат	F	
Загальна	439.20	12			
Повторностей	36.45	7			
Варіантів	322.31	6	72.32	8.32	
Залишку	60.72	17	6.49		

Помилка = 1.29 Помилка різниці середнього = 2.31
НІР = 0.18 або 4.30%
Сила впливу фактора = 0.42
Точність досліду = 3.12% Варіація даних = 5.23%
20-10-2023

Додаток Ж