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**

# МІКРОБНИЙ КОМПЛЕКС АГРОЦЕНОЗУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК

**Виконав**: студент 2 курсу, групи 21 м-б спеціальності 091 Біологія
Віталій МАЛКА

**Керівник**: Віктор КАРПЕНКО, д. с.-г. н., професор

**УМАНЬ–2023**

# ЗМІСТ

Стор.

**ВСТУП** 3

**РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЇХ РОЗДІЛЬНОГО ТА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ (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 15

**РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ** 19

3.1. Загальна чисельність мікроорганізмів та мікроміцетів у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант 19

3.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант 22

3.3. Життєздатність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант 24

3.4. Вплив мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант на врожайність ячменю ярого 26

**РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ БІНОС ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ У ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО** 28

**ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ** 31

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** 32

**ДОДАТКИ** 38

# ВСТУП

*Актуальність дослідження*. У сучасних економічних умовах одним із найважливіших напрямків розвитку сільського господарства є нарощування виробництва зерна і підвищення ефективності всього зернового комплексу країни.

Україна була і залишається одним із головних постачальників зерна на Європейський ринок. Природно-кліматичні умови, історичний тисячолітній досвід, хліборобська майстерність українських селян забезпечили їй одне з провідних місць серед найбільш надійних європейських житниць з виробництва високоякісного зерна різного призначення [1].

Серед зернових культур важливе місце як у світі, так і в Україні, відводиться вирощуванню ячменю ярого. Як свідчать дані ФАО, 42–48% щорічних валових зборів ячменю використовує переробна промисловість, 6–8% – йде на виробництво пива, 15% – на харчові та 16% – на кормові цілі [2].

Основні причини, що обумовили зниження культури землеробства в нашій країні наступні: невчасне та неякісне виконання комплексу польових робіт; вилучення з системи основного обробітку ґрунту різноглибинного лущення стерні; запровадження безполицевого (ґрунтозахисного) обробітку ґрунту; порушення науково-обґрунтованого чергування культур у сівозмінах; спрощення механічних доглядів за посівами; збільшення обсягів весняної оранки, мілкого та поверхневого обробітку ґрунту; відсутність боротьби з бур’янами на необроблюваних землях; сівба неякісно очищеним насінням тощо [3].

Одним із шляхів оптимізації елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур може бути розробка застосування в посівах мікробних препаратів та регуляторів росту рослин.

Як доведено багатьма дослідженнями, сучасні регулятори росту рослин є індукторами стійкості рослин з регуляторними і біозахисними властивостями. У відношенні до культурних рослин вони проявляють антистресову, імуностимулюючу та антимутагенну дії. Тому є всі підстави

вважати за доцільне поєднання в одному технологічному процесі використання регуляторів росту рослин та мікробних препаратів [4].

*Мета і завдання дослідження*. Дослідити дію мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант на реакцію мікробних угруповань ризосфери ячменю ярого, їх кількісний склад та встановити спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті, що визначають реалізацію потенціалу рослинно-мікробних взаємодій, вивчити їх вплив на формування урожайності посівів та обґрунтування і впровадження у виробництво економічно обґрунтованих та екологічно безпечних заходів з комплексного їх застосування.

*Об'єкт дослідження* – мікробні угруповання ризосфери ячменю ярого за використання мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант.

*Предмет дослідження* – сорт ячменю ярого Соборний, мікробний препарат Бінос та регулятор росту рослин Регоплант.

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

*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
# ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЇХ РОЗДІЛЬНОГО ТА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ (огляд літератури)

Сучасний стан сільськогосподарського виробництва не можна уявити без широкомасштабного використання біологічно активних речовин. Одночасно із впровадженням у виробництво пестицидів вченими розпочинаються всебічні дослідження механізму дії цих сполук на рослинні організми – діяльність ферментів, фотосинтез, транспірацію, дихання, вуглеводний, азотний і фосфорний обміни, морфологічну й анатомічну будову рослин. Встановлено факти негативної дії пестицидів на мікробіологічні процеси в ґрунті, формування рослинами врожаю та його якісних показників [5].

Зважаючи на важливість питання застосування мікробних препаратів і регуляторів росту рослин, доцільним є з'ясування шляхів надходження, локалізації і трансформації цих речовин у рослинах та ґрунті. У літературі дане питання є більш висвітленим для синтетичних регуляторів росту рослин. Однак надходження рістрегуляторів природного походження чи комплексних (синтетичний + природний компоненти) переважно відбувається за загальновизнаною схемою: кутикула → клітинна стінка → плазмалема → сайт біологічної дії.

Більшість сучасних біологічних препаратів досить добре проникають у рослини після обприскування посівів їх водними розчинами, але для підвищення проникності препаратів через кутикулу до розчинів можуть додаватися поліетиленоксиди, які мають низьку молекулярну масу і виконують роль транспортного агента. Для збільшення часу проникнення рістрегуляторів у рослини та попередження їх стікання з поверхні листків до розчинів також додають модифікований крохмаль [6].

У рослинах регулятори росту рослин здатні досить швидко

пересуватися від одного органу до іншого. При цьому велику роль відіграє атрагуюча здатність акцептора та функціональна активність транспортних клітин флоеми. В кореневу систему регулятори росту рослин надходять завдяки полярності транспорту в акропетальному напрямку. Модель полярного транспорту за допомогою іонної помпи характерна для ауксинів. У пересуванні рістрегуляторів значну роль може відігравати міжклітинний транспорт та плазмодесми, Швидкість руху біологічно активних речовин залежить від виду рослин [7, 8].

Експериментальними роботами доведено, що основну роль у надходженні екзогенних регуляторів росту у клітини рослин відіграють мембрани, від проникнення через які залежить локалізація препарату в цитоплазмі та органелах, а також – хімічна природа регуляторів росту рослин [9].

Важливим чинником у реалізації дії екзогенних регуляторів росту рослин є генетичний рівень. Вченими доведена активізація синтезу РНК і ДНК у рослинах за дії мікробних препаратів та рістрегуляторів. Сучасні дослідження, виконані на прикладі Івіну, довели здатність препарату впливати на процеси транскрипції і трансляції, зокрема – підвищувати інтенсивність синтезу РНК і білків.

У дослідах із Біоланом, Івіном і Радостимом доведена опосередкована їх дія на стимуляцію синтезу РНК, що призводить до збільшення білкового синтезу [10].

У низці наукових праць встановлено, що за використання регуляторів росту рослин Емістиму С і Агростимуліну відбуваються суттєві зміни в ендогенному фітогормональному статусі рослин. За додавання регуляторів росту рослин у поживне середовище (Івін $1 \cdot 10^{-11}$М, Емістим С $1 \cdot 10^{-7}$М, Агростимулін $1 \cdot 10^{-7}$М) відбувається суттєвий перерозподіл вмісту фітогормонів у коренях. У рослинах ячменю ярого відмічено зміни в фітогормональному балансі за дії Епіббрасиноліду [6, 11].

Нині в науковій літературі з’являються повідомлення про вплив на

фітогормональний баланс рослин мікроорганізмів ризосфери та мікробних препаратів. Так, серією дослідів доведена здатність *Pseudomonas aurantiaca* B–162/498 за розвитку в ризосфері стимулювати ріст і розвиток рослин. Обробка насіння пшениці ярої Аверкомом (*Streptomyces avermitilis* УКМ Ac–2179) зумовлювала значні зміни в гормональному статусі верхівкових листків: вміст зеатину та зеатинрибозиду перевищував контроль відповідно в 3 і 2 рази, гіберелової кислоти – в 6 разів [12].

Фітогормональний баланс рослин є надзвичайно чутливим до дії факторів зовнішнього середовища, зокрема до температури, вологості повітря і ґрунту, важких металів, засолення та елементів мінерального живлення. Баланс фітогормонів також залежить від сортових особливостей рослин та етапу онтогенезу, обробки посівів регуляторними речовинами [13].

Дія біологічно активних сполук на рослини не обмежується зміною лише фітогормонального статусу. Зазвичай за цим проходять метаболічні і структурні адаптивні зміни в рослинному організмі, які відображаються на проходженні фізіолого-біохімічних процесів та формуванні анатомо-морфологічної структури окремих тканин і органів [14].

Формування високопродуктивних агрофітоценозів потребує створення адаптивно-ландшафтних систем землеробства, які передбачають розробку теоретичних основ і практичних методів управління ґрунтовою родючістю, екологічну безпеку виробництва та зниження витрат енергії і матеріальних ресурсів. Створення таких агрофітоценозів можливе лише за максимального використання природного потенціалу та з мінімальним хімічним пресингом на агроекосистеми [15].

Мікробний ценоз ґрунту кореневої зони рослин – це складне угруповання різноманітних мікроорганізмів, що упорядковане на основі трофічних взаємодій і є важливою функціональною ланкою в системі ґрунт – мікроорганізм – рослина. Мікробне угруповання чітко реагує на будь-які чинники навколишнього середовища, але із завершенням їх дії стабілізується в рівновазі відповідно до умов ризосфери певного виду рослин. Тому

мікроорганізми можуть слугувати індикатором на дію певного стресового чинника [16].

Увагу вчених давно привертає питання взаємовідносин мікроорганізмів із вищими рослинами, однак, зважаючи на різнобічність зв'язку між ними, це питання є досить складним і мало вивченим.

Взаємодія вищих рослин із мікроорганізмами здійснюється, насамперед, у зоні ризосфери, в якій відбувається нагромадження та трансформація кореневих виділень. Саме кореневі виділення є головною умовою, що визначає видовий склад ризосферної мікробіоти. В процесі росту і розвитку рослини виділяють в ризосферу органічні і мінеральні речовини: цукри, кислоти, амінокислоти, фосфатні й азотні сполуки, вітаміни й ін. Це зумовлює хемотаксис бактерій до кореневих ексудатів, їх адгезію до коріння рослин і колонізацію ними кореневої системи [17].

Особливе значення серед кореневих виділень рослин відіграють вітаміни, які безпосередньо впливають на стан і функціонування мікробного ценозу. Так, узагальнені фізіолого-біохімічні дослідження виділень проростаючого насіння зернових культур показали, що в них міститься: азоту – 2,6%, фосфору – 1,4%, калію – 2,1% на суху речовину, вітаміни групи В, ферменти окисно-відновного комплексу та інших груп, фітогормони (ауксини, цитокініни, гібереліни), нуклеїнові кислоти, амінокислоти та інші сполуки [18].

Однак нині доведеним є той факт, що мікроорганізми здатні й самі продукувати фізіологічно активні речовини, чим стимулюють ріст і розвиток рослин. Так, ризосферні бактерії пшениці озимої здатні продукувати комплекс біологічно активних речовин, серед яких, зокрема, є вітаміни і фітогормони. Вони також здатні переводити важкорозчинні фосфати ґрунту та інші елементи в легко доступні форми для рослин. Деякі бактерії здатні взаємодіяти з кореневою системою рослин на клітинному та субклітинному рівнях [19].

Не однаковою є реакція на дію біологічно активних сполук різних

таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Так, експериментально встановлено, що більш стійкими до дії ксенобіотиків є органотрофні, педотрофні та целюлозоруйнівні мікроорганізми, менш стійкими та чутливими – амоніфікуючі, нітрифікуючі, асоціативні та симбіотрофні азотфіксатори. Встановлено також, що за дії біологічно активних сполук суттєвих змін зазнає і комплекс ґрунтових мікроскопічних грибів [14, 15].

Стосовно впливу екзогенних регуляторів росту рослин на мікробні угруповання ґрунту даних у літературі небагато. Однак їх узагальнення показує, що їх дія на мікроорганізми знаходиться в прямій залежності від впливу рістрегуляторів на ростові та фотосинтетичні процеси в рослинах. Підвищення інтенсивності фотосинтезу викликає інтенсивний відтік у кореневу систему фотоасимілятів, органічних кислот, цукрів та інших сполук. Під впливом регуляторів росту рослин на 26–43% зростає маса кореневої системи, що значно збільшує площу для розвитку мікроорганізмів . Очевидно, що механізми, детерміновані регуляторами росту у рослинах, зумовлюють зменшення негативного впливу пестицидів на мікробіоту [15, 20]. Водночас за сумісного використання пестицидів із рістрегуляторами, негативна їх дія на мікроорганізми знижується і в наступні періоди змінюється стимулюючим впливом.

Менш вивченим нині є питання сумісної дії на мікробіоту ґрунту мікробних препаратів і регуляторів росту рослин, але експериментальні дослідження, в яких вивчалась самостійна дія мікробних препаратів, засвідчують позитивний їх вплив на збільшення в ризосфері агрономічно цінних видів мікроорганізмів, під впливом діяльності яких зростає синтез біологічно активних речовин та покращується поживний режим ґрунту [21].

Відомо, що серед основних елементів живлення одне з чільних місць посідає азот, який входить до складу білків, нуклеїнових кислот та багатьох інших органічних сполук, необхідних для життєдіяльності рослин. Нагромадження рослинами органічної речовини регулюється їх азотним

живленням, тому між засвоєнням азоту і продуктивністю рослин існує тісний прямий зв'язок. Зважаючи на це, важливого значення набуває розробка шляхів забезпечення рослин біологічним азотом, що можливо здійснити за рахунок активізації життєдіяльності азотфіксувальних мікроорганізмів, які знаходяться на коренях та в прикореневій зоні. Ризосфера є основними екологічними нішами, де активно здійснюється асоціативна азотфіксація. Саме тут є необхідне для азотфіксації енергетичне забезпечення: продукти екзосмосу, кореневі залишки, різні метаболіти, представлені кореневими виділеннями рослин й ін. [22].

Позитивний вплив на розвиток азотфіксувальних мікроорганізмів відмічали в своїх дослідженнях вчені за використання регуляторів росту рослин та мікробних препаратів. Так, застосування Триману в посівах ячменю ярого стимулювало розвиток і діяльність спонтанних азотфіксувальних бактерій, що забезпечувало надходження в рослини додаткового біологічного азоту. За використання регуляторів росту рослин Триману і Тетрану в посівах райграсу і ячменю чисельність вільноіснуючих олігоазотрофних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин збільшувалась у 4–8 разів. Передпосівна обробка насіння ячменю ярого Ризоентерином сприяла як стимуляції росту і розвитку рослин, так і азотфіксувальних бактерій [23].

Важливим аспектом регуляторів росту рослин та мікробних препаратів є їх здатність підвищувати стійкість рослин до фітопатогенної мікробіоти. Тому індукція захисних механізмів рослин за допомогою біологічних препаратів привертає все більшу увагу вчених, оскільки вона є компонентом екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур [24].

Нині увагу вчених все більше привертають питання впливу регуляторів росту рослин та мікробних препаратів на аерогенну фітопатогенну мікробіоту. Так, встановлено, що на поверхні рослин присутня значна кількість мікроорганізмів, сукупність яких становить епіфітну мікробіоту. Вона є надзвичайно різноманітною за складом і об'єднує представників

різних систематичних груп: дріжджі, гриби, актиноміцети, бактерії й ін. Розвиваючись у філоплані, ці групи мікроорганізмів, у тому числі й фітопатогенні, створюють своєрідні мікробні асоціації, функціонування яких залежить від біотичних та абіотичних чинників. Однак, нажаль, механізми регулювання процесами життєдіяльності мікроорганізмів у таких асоціаціях, зокрема за використання біологічних препаратів, є недостатньо розкритими. Так, більшість учених вважають, що регулятори росту рослин та мікробні препаратів проявляють у посівах не фунгіцидну, а фунгістатичну дію, тобто вони знижують або обмежують шкодочинність патогенної мікробіоти. Це доведено в дослідах із використанням на пшениці ярій препарату Бактофіт (2,0 л/га), де було досягнуто пригнічення розвитку борошнистої роси на 70%, бурої іржі – на 50%, летючої сажки – 58%; Агату-25К (30 г/га) у посівах пшениці озимої, де ефективність проти іржі та борошнистої роси становила 63–77% [25, 26].

Отже, ріст і розвиток рослин та мікроорганізмів знаходиться у тісному і багатогранному взаємозв’язку, який може зазнавати істотних змін як за дії біотичних, так і абіотичних чинників, зокрема, за використання добрив, пестицидів, біологічних препаратів та ін. Тому вивчення цих взаємозв’язків дасть можливість цілеспрямовано керувати мікробними процесами в ґрунті з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур та якості продукції [14, 27].

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

## 2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження з впливу мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант на проходження основних мікробних процесів у ґрунті посівів ячменю ярого проводили в польовій сівозміні кафедри біології дослідного поля Уманського національного університету садівництва. Розташованого в Маньківському природно сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бугського округу Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами (за Грінвечем) 48° 46' північної широти і 30°14' – східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Дані ґрунти займають близько 16% загальної площі Лісостепу України.

Характерною ознакою ґрунту дослідного поля є глибоке промивання карбонатів (на 50–70 см нижче гумусового горизонту). Верхній шар (0–30 см) – темно-сірого кольору, ґрудкувато-бриластий, слабо ілювійований. Шар 30–40 см – горіхувато-зернистої структури, слабо ущільнений, вологий із великою кількістю кореневих залишків трав'янистої рослинності. Товщина ґрунтового профілю, включаючи горизонт Р(h)К, становить 140–160 см.

Чорнозем опідзолений дослідного поля має занижений вміст гумусу (3,2–3,3% у шарі 0–30 см), ступінь насичення профілю ґрунту основами знаходиться в межах 81–97%, реакція ґрунтового розчину слабокисла, гідролітична кислотність 1,8–2,0 смоль/кг, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 80–120 мг/кг, азот лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100 мг/кг ґрунту [28]. За своїми основними

характеристиками ґрунт дослідного поля відповідає ґрунтам помірно-континентальної східноєвропейської частини.

Клімат зони проведення досліджень – помірно континентальний з нестійким зволоженням (ГТК–1,2). Літо тепле, помірно-вологе, а зима м'яка, хмарна, з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами.

Річна сума опадів у середньому складає 586 мм, іноді коливається за роками від 300 до 750 мм. За теплий період (квітень – жовтень) опадів випадає близько 66% від річної кількості. Найбільші місячні суми опадів приходяться на літні місяці – червень і липень.

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.

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.

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.

Погодні умови 2023 року проведення досліджень в основному були сприятливими для росту і розвитку ячменю ярого (табл. 2.1).

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 | – | – | – |

Так, аналізуючи температурний режим можна зазначити, що найнижчі середньомісячні температури повітря були відмічені у січні–лютому (+0,2; -0,2°С), найвищі – у липні (+21,3°С). Починаючи з березня, середньодобові температури повітря підвищувались, а з серпня по листопад – поступово знижувались.

Найбільш важливим і лімітуючим показником у формуванні продуктивності посівів ячменю ярого є опади. Так, у початковий період вегетації ячменю ярого найбільш забезпеченим вологою виявився травень, що складало відповідно 129,6 мм при середньобагаторічному показникові 41 мм.

Отже, з вищенаведеного аналізу ґрунтово-кліматичних і погодних умов регіону, в якому розташоване дослідне поле Уманського НУС випливає, що для вирощування ячменю ярого та одержання стабільних урожаїв цієї культури у 2023 році складались добрі умови, що відповідним чином знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних. Загалом, ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень відповідають помірно-континентальній східноєвропейській ґрунтово-кліматичній зоні.

## 2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант на проходження основних мікробних процесів у ґрунті посівів ячменю ярого виконували упродовж 2023 року в польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – кафедри біології Уманського національного університету садівництва. Дію вищезгаданих препаратів вивчали в посівах ячменю ярого сорту Соборний. Сорт ячменю ярого Соборний має прямостоячий кущ, листки не опушені, проміжні, зелені. Колос середньої довжини (7–9 см), середньої щільності, неламкий, слабо пониклий, солом'яно-жовтий.

Остюки довгі – 14–18 см, злегка розлогі, тонкі, еластичні, слабо зазубрені, у верхній частині жовті, при обмолоті легко відділяються.

Колоскова луска тоненька, ніжна, з рідкими волосками. Квіткова луска середньо зморшкувата, нервація добре виявлена, без зубчиків, перехід в остюк поступовий. Основна щетинка зерна коротка, довго волосяна.

Висота рослин 65–75 см. Зернівка видовжено-овальна, розмір 13х14 мм, жовта, вирівняна. Маса 1000 насінин 44 г. Середньостиглий, дозріває за 80 днів.

Сорт придатний для вирощування в умовах посухи і підвищеної кислотності ґрунтів.

За даними заявника рекомендується висівати за 100-відсоткової господарської придатності 4,5–5,0 млн./га насінин.

Сорт має групову стійкість до сажкових хвороб, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу.

На державних сортодослідних станціях отримали середній врожай 48,4 ц/га, що на 8,8 відсотки більше стандартів. Потенційна можливість сорту 105 ц/га. Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. [29].

Мікробний препарат Бінос (BINOC) – комплексний інокулянт в рідкій формі для передпосівного обробітку насіння зернових колосових культур: пшениці, ячменю, жита, гречки та інших, як ярих так і озимих, з метою забезпечення максимальної реалізації потенціалу культури.

Склад препарату – відібрані мікробні культури (антагоністи збудників кореневих гнилей – *Bacillus subtilis*, азотфіксатори – *Azotobacter chroococcum*, фосфор і калій – мобілізатори – *Bacillus megaterium*). Загальний титр: не менше $1х10^9$ КУО/мл). Комплекс фітогормонів, антибіотиків, вітамінів, амінокислот бактеріального походження. Норма витрати: 2–4 л/т насіння [30].

Регоплант – регулятор росту рослин із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії

продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектину С. Препарат широкого спектру дії, рекомендований для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур та обробки рослин у період вегетації.

Діюча речовина – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 0,3 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (С14-С28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л; калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1 мг/л; аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*.

Норми використання: передпосівна обробка насіння всіх культур – 250 мл/т (при витраті робочого розчину – 10 л/т); для обприскування посівів – 50 мл/га. [31].

Досліди з вивчення впливу мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант за різних способів їх використання закладались за наступною схемою:

1. Без застосування препаратів (контроль);
2. Бінос 3 л/т;
3. Регоплант 50 мл/га;
4. Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га.

Польові досліди закладали з послідовним розміщенням варіантів. Повторність досліду – триразова. Площа дослідних ділянок становила 70 м$^2$, облікових – 50 м$^2$.

Основні дослідження та спостереження в дослідах проводили згідно наступних методик:

– зразки ризосферного ґрунту для мікробіологічних аналізів відбирали з прикореневої зони рослин на 10 і на 20 добу після внесення регулятора росту рослин. загальну чисельність бактерій, мікроміцетів та чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери визначали за загальноприйнятими в мікробіологічній практиці методиками,

зокрема облік загальної чисельності бактерій, що здатні засвоювати переважно органічні сполуки азоту виконували на м’ясопептонному агарі (МПА), мікроміцетів – на середовищі Чапека, облік основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів виконували методом висіву граничних розведень ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища: амоніфікувальні – на м’ясопептонному бульйоні (МПБ); нітрифікувальні – на середовищах Виноградського; азотобактера – на середовищі Ешбі – шляхом висіву ґрунтових грудочок. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях КУО) в 1 г сухого ґрунту [32];

– облік урожайності ячменю ярого 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. Загальна чисельність мікроорганізмів та мікроміцетів у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант

У процесі своєї життєдіяльності рослини вступають у тісні, багатогранні взаємовідносини з ґрунтовими мікроорганізмами. Зокрема, коренева система рослин разом із ґрунтом та мікробіотою утворює складне екологічне угруповання, направленість діяльності якого в значній мірі визначає родючість ґрунту, а, отже, і продуктивність вирощуваних сільськогосподарських культур. Однак нині питання взаємодії культурних рослин з ґрунтовими мікроорганізмами, зокрема з ризосферною біотою, вивчене недостатньо. Особливої актуальності воно набуває при застосуванні в посівах сільськогосподарських культур біологічно активних речовин.

Менш вивченою нині є дія на мікроорганізми регуляторів росту рослин та мікробних препаратів. Але літературні дані свідчать, що за присутності в середовищі регуляторів росту рослин підвищується стійкість мікробних асоціацій до стресових чинників. У роботах [33, 34] відмічено стимулюючу дію біологічно активних речовин на розвиток асоційованої мікробіоти ризосфери різних сільськогосподарських культур.

У результаті виконаних досліджень у 2023 р. встановлено, що чисельність бактерій та мікроміцетів у ризосфері ячменю ярого залежала від внесення досліджуваних препаратів та способів їх застосування (табл. 3.1, 3.2). Внесення регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га зумовлювало збільшення чисельності бактерій ризосфери ячменю у відношенні до контролю відповідно на 4,4%. За внесення Регопланту по фону передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Бінос у нормі 3 л/т

призвело до збільшення чисельності бактерій у ризосфері ячменю на 10-ту добу визначення до 12%.

Стосовно розвитку мікроміцетів у ризосфері ячменю ярого слід зазначити, що за самостійного внесення у посівах Регопланту чисельність мікроміцетів перевищувала контроль на 8,2%. За внесення регулятора росту рослин по фону обробки насіння ячменю перед сівбою мікробним препаратом Бінос кількість мікроміцетів перевищувала контроль на 25%.

Таблиця 3.1

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері ячменю ярого на 10-ту добу після застосування регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

| Варіант досліду | Бактерії | | Мікроміцети | |
|---|---|---|---|---|
| | тис. КУО в 1 г ґрунту | % до контролю | тис. КУО в 1 г ґрунту | % до контролю |
| Без застосування препаратів (контроль) | 1623 | 0 | 243 | 0 |
| Бінос 3 л/т | 1781 | +9,7 | 271 | +11,5 |
| Регоплант 50 мл/га | 1694 | +4,4 | 263 | +8,2 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 1827 | +12,6 | 304 | +25,0 |
| $НІР_{05}$ | *36* | | *10* | |

Аналізуючи чисельність мікробіоти ризосфери ячменю ярого за використання для передпосівної обробки насіння мікробного препарату Бінос, можна відмітити, що чисельність бактерій у ризосфері ячменю мала тенденцію теж до підвищення, де перевищення показників контролю становило 9,7% для бактерій та 11,5% – мікроміцетів.

Порівняння обліків чисельності мікроорганізмів на 20-ту добу з 10-тою добою після застосування препаратів показало перевищення розвитку

мікробіоти в усіх дослідних варіантах, що є свідченням активізації мікробіологічних процесів у ґрунті. Так, за внесення регулятора росту рослин у нормі 50 мл/га чисельність бактерій на 20-ту добу визначення зростала у відношенні до 10-ї доби на 200 тис. КУО в 1 г ґрунту, мікроміцетів – 117 тис. КУО в 1 г ґрунту.

Таблиця 3.2

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері ячменю ярого на 20-ту добу після застосування регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

| Варіант досліду | Бактерії | | Мікроміцети | |
|---|---|---|---|---|
| | тис. КУО в 1 г ґрунту | % до контролю | тис. КУО в 1 г ґрунту | % до контролю |
| Без застосування препаратів (контроль) | 1861 | 0 | 354 | 0 |
| Бінос 3 л/т | 1928 | +3,6 | 398 | +12,4 |
| Регоплант 50 мл/га | 1894 | +1,8 | 380 | +7,3 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 1996 | +7,3 | 431 | +21,8 |
| $НІР_{05}$ | *29* | | *12* | |

Найбільш високі показники розвитку ризосферних мікроорганізмів були відмічені за внесення вищезгаданої норми регулятора росту рослин Регоплант по фону застосування мікробного препарату Бінос, де загальна чисельність бактерій зростала до контролю на 7,3%, а мікроміцетів – 21,8%.

Таким чином, регулятор росту рослин Регоплант внесений як окремо, так і в комплексі з мікробним препаратом Бінос, у значній мірі впливає на формування чисельності ризосферної мікробіоти в посівах ячменю ярого.

### 3.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант

В країнах близького і далекого зарубіжжя проблема біологічного азоту є однією з ключових. Як один із шляхів біологізації сільського господарства, азот утворений біологічним шляхом, дозволяє отримувати більші врожаї та забезпечує відтворення родючості ґрунтів [35].

Невід'ємною складовою ґрунтових екосистем є наявність різноманітних груп мікроорганізмів, що обумовлюють проходження в ній хімічних перетворень. Кількісний і якісний склад представників мікробного агроценозу в ризосфері значною мірою залежить від надходження рослинних виділень – ексудатів, які формуються внаслідок умов розвитку і живлення рослин. Ризосферна мікробіота є досить чутливою і швидко реагує на будь-які чинники навколишнього середовища, стабілізуючись відповідно до умов і виду рослин [36].

Проведені нами дослідження показали (табл. 3.3), що у 2023 році на 10-ту добу після застосування препаратів у варіанті, де вносили регулятор росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га, чисельність амоніфікувальних бактерій перевищувала контроль на 35% відповідно. Вищою чисельність даних бактерій була у варіанті із використанням для передпосівної обробки насіння мікробного препарату Бінос 3 л/т, де перевищення до контролю було 49,3%. Найвищою чисельність досліджуваних бактерій була встановлена за поєднання передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Бінос з наступним обприскуванням вегетуючих рослин регулятором росту рослин Регоплант, де перевищення чисельності амоніфікувальних бактерій до контролю складало 68,6%. Дослідження нітрифікувальних бактерій показало, що в усіх варіантах, де використовували препарати спостерігалося зростання їх чисельності, проте менш активний їх розвиток було відмічено у варіанті досліду із самостійним внесенням регулятора росту рослин (перевищення контролю складало 22,2%). Найкращі умови для розвитку нітрифікувальних

мікроорганізмів складались у посівах ячменю ярого на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Бінос (3 л/т) та за внесення по даному фону регулятора росту рослин Регоплант (50 мл/га) (перевищення чисельності нітрифікувальних бактерій до контролю становило 70,4%).

Таблиця 3.3

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері ячменю ярого на 10-ту добу після застосування регулятора росту рослин Регоплант, тис КУО/г ґрунту, 2023 р.

| Варіант досліду | Мікроорганізми | |
|---|---|---|
| | амоніфікувальні | нітрифікувальні |
| Без застосування препаратів (контроль) | 109,2 | 10,8 |
| Бінос 3 л/т | 163,0 | 15,9 |
| Регоплант 50 мл/га | 147,4 | 13,2 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 184,1 | 18,4 |
| $НІР_{05}$ | *14,4* | *2,3* |

Досліджуючи дію препаратів за різних способів їх застосування на 20-ту добу підрахунків, було встановлено, що тенденція розвитку еколого-трофічних груп мікроорганізмів була подібна до 10-ї доби визначення та варіювала залежно від способів внесення препаратів (табл. 3.4). Нами встановлено, що на 20-ту добу дослідження чисельність нітрифікувальних та амоніфікувальних бактерій зростала за дії мікробного препарату Бінос до контролю на 23,0 і 34,1%, за внесення ж регулятора росту рослин Регоплант – 10,1% і 7,3% відповідно. Найвищі ж показники чисельності даних груп

бактерій простежувались у варіанті Бінос (обробка насіння) + Регоплант (обробка рослин), де перевищення до контролю складало – 35,2% і 52,5%.

Таблиця 3.4

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері ячменю ярого на 20-ту добу після застосування регулятора росту рослин Регоплант, тис КУО/г ґрунту, 2023 р.

| Варіант досліду | Мікроорганізми | |
|---|---|---|
| | амоніфікувальні | нітрифікувальні |
| Без застосування препаратів (контроль) | 148,7 | 17,9 |
| Бінос 3 л/т | 182,9 | 24,0 |
| Регоплант 50 мл/га | 163,7 | 19,2 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 201,0 | 27,3 |
| $НІР_{05}$ | *11,9* | *3,0* |

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки, що застосування мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант позитивно впливає на ріст і розвиток у ризосфері ячменю ярого амоніфікувальних та нітрифікувальних бактерій.

### 3.3. Життєздатність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері ячменю ярого за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант

В наукових та виробничих колах в покращенні азотного живлення рослин чітко доведена дієвість бульбочкових бактерій, проте у ґрунті існують

й інші види мікроорганізмів, що здатні засвоювати молекулярний азот з атмосфери, серед яких важливе значення відіграють бактерії роду *Azotobacter*. Представники цього роду окрім синтезу азотистих сполук здатні утворювати фітогормони, чим впливають на ростові процеси у рослинах. Бактерії роду *Azotobacter* через свою вільноживучість не вступають у симбіоз із рослинами, їхня ж активність біологічної фіксації азоту з атмосфери визначається такими чинниками як вологість, температура, засоленість ґрунту, також доведена чутливість бактерій роду *Azotobacter* до біологічно активних речовин [37–39].

Як показали наші дослідження за дії регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га в 2023 році на 10-ту добу після застосування спостерігалось збільшення числа оброслих азотобактером грудочок ґрунту відносно контролю на 2,2 % (табл. 3.5). Разом з тим комплексне застосування препаратів (мікробний препарат обробка насіння + регулятор росту рослин обробка вегетуючих рослин) сприяло проростанню кількості ґрунтових ґрудочок, що виявили ріст *Azotobacter*, до 50 шт. при 45 шт. у контролі.

Таблиця 3.5

Життєздатність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері ячменю ярого (обросло грудочок ґрунту, шт.), 2023 р.

| Варіант досліду | *Azotobacter* | |
|---|---|---|
| | 10-та доба після застосування регулятора росту рослин Регоплант | 20-та доба після застосування регулятора росту рослин Регоплант |
| Без застосування препаратів (контроль) | 45 | 48 |
| Бінос 3 л/т | 49 | 50 |
| Регоплант 50 мл/га | 46 | 49 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 50 | 50 |

На 20-ту добу після застосування, було встановлено, що тенденція розвитку азотобактера в усіх варіантах досліду перевищувала контроль. Разом з тим найвища його чисельність була у варіантах застосування для передпосівної обробки насіння мікробного препарату Бінос (50 шт.) та у варіанті з комплексним використанням препаратів (50 шт.) при 48 шт. у контролі.

Таким чином, застосування мікробного препарату Бінос і регулятора росту рослин Регоплант позитивно впливає на ріст і розвиток у ризосфері ячменю ярого азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter,* як на 10-ту добу, так і 20-ту добу після застосування препаратів.

### 3.4. Вплив мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант на врожайність ячменю ярого

Дослідженнями встановлено, що регулятори росту рослин, мікробні препарати та їх комбінації впливають на активність фізіологічних процесів, спрямованих як подолання стресового стану, так і на підвищення продуктивності рослин. У той же час, доведено [40], що за сумісного використання біологічно активних речовин норми внесення пестицидів можуть бути зменшені на 20–30%, що позитивно впливає на продуктивність посівів.

Літературні дані засвідчують позитивний вплив біологічних препаратів на формування врожайності зернових культур. Зокрема, за дії регуляторів росту рослин та мікробних препаратів наростає потужна коренева система, яка посилює ростові, а відповідно і продукційні процеси рослини. Посилене наростання кореневої системи, з одного боку, забезпечує покращення водообміну та мінерального живлення, а з іншого – активізує фізіолого-біохімічні процеси та розвиток корисних мікроорганізмів, особливо азотфіксувальних, які поращують азотне живлення, що відображається на урожайності посівів [41, 42].

У результаті проведених досліджень встановлено (табл. 3.6), що врожайність ячменю ярого варіювала залежно від використання мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант. Так, за дії Регопланту в нормі 50 мл/га урожайність у 2023 р. становила 3,41 т/га, при застосуванні для передпосівної обробки насіння мікробного препарату Бінос у нормі 3 л/т урожайність перевищила показники контрольного варіанту на 11,3%. За дії комбінації регулятора росту Регоплант з мікробним препаратом Бінос урожайність ячменю ярого була найвищою і становила 3,85 при 3,20 т/га у варіанті без застосування препаратів (контроль).

Таблиця 3.6

Урожайність зерна ячменю ярого (т/га) за дії мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант

| Варіант досліду | 2023 р. | Приріст до контролю, % | Прибавка врожаю |
|---|---|---|---|
| Без застосування препаратів (контроль) | 3,20 | 100 | 0 |
| Бінос 3 л/т | 3,56 | +11,3 | 0,36 |
| Регоплант 50 мл/га | 3,41 | +6,6 | 0,21 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 3,85 | +20,3 | 0,65 |
| $НІР_{05}$ | *0,12* | – | – |

З одержаних даних видно, що найвищу урожайність зерна ячменю ярого одержано за комплексного використання біологічних препаратів. Ці дані узгоджуються з показниками найвищої мікробіологічної активності ризосфери культури за вищенаведеного поєднання препаратів.

# РОЗДІЛ 4
# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ БІНОС ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ У ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Вирощування високопродуктивних посівів сільськогосподарських культур є нині досить актуальним завданням. Проте, отримання не тільки якісного зерна культури, а й витрата найменшої кількості ресурсів повинна стимулювати науковців до розроблення нових підходів до ведення сільського господарства [43].

Важливим фактором в отриманні високих врожаїв сільськогосподарських культур є використання біологічно активних речовин, таких як мікробіологічні препарати, регулятори росту рослин [44].

В умовах України мікробіологічні препарати та регулятори росту рослин забезпечують підвищення продуктивності сільськогосподарських культур у середньому на 10–30%, а зростання вмісту білка в рослинах – на 20–45%. Підбір ефективних, економічно і енергетично ефективних комбінацій засобів для покращення росту і розвитку культурних рослин та які б забезпечували формування високого врожаю за максимально можливого зниженого хімічного навантаження на навколишнє природне середовище є першочерговим завданням [45, 46].

В умовах досліду ми визначили рівень виробничих витрат на вирощування зерна ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів з розрахунку на 1 га (табл. 4.1).

Встановлено, що в порівнянні із контролем всі інші варіанти досліду мали більші виробничі витрати. Найбільший рівень виробничих витрат спостерігався при комбінації мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант. У цьому випадку рівень виробничих витрат склав 16250 грн. на 1 га, що на 7% більше контрольного варіанту. Зростання виробничих витрат відбувалося внаслідок використання комбінації мікробного препарату і регулятора росту рослин.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування мікробного препарату Бінос та регулятора росту рослин Регоплант, 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) | 3,20 | 0 | 15200 | 0 | 22080 | 0 | 6880 | 4750 | 45 | 0 |
| Бінос 3 л/т | 3,56 | 0,36 | 16100 | 900 | 24564 | 2484 | 8464 | 4522 | 53 | 1584 |
| Регоплант 50 мл/га | 3,41 | 0,21 | 15350 | 150 | 23529 | 1449 | 8179 | 4501 | 53 | 1299 |
| Бінос 3 л/т + Регоплант 50 мл/га | 3,85 | 0,65 | 16250 | 1050 | 26565 | 4485 | 10315 | 4221 | 63 | 3435 |

У 2023 році залежно від досліджуваних факторів у досліді був отриманий позитивний економічний ефект. Навіть у контрольному варіанті прибуток з розрахунку на один гектар склав відповідно 6880 грн. Найкращий результат було відмічено у варіанті комбінації з мікробний препарат Бінос та регулятор росту рослин Регоплант – 10305 грн., що у порівнянні із контролем більше на 3435 грн.

Рентабельність виробництва ячменю ярого у нашому дослідженні можна визначити як відносний показник прибутковості, що характеризує економічну ефективність. Залежно від досліджуваних факторів рентабельність виробництва ячменю мала коливання. Найвищий рівень рентабельності був досягнутий під час застосування для обробки перед сівбою насіння ячменю ярого мікробним препаратом та внесення по даному фону регулятора росту рослин, що складало 63%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновок, що застосування біологічних препаратів у посівах ячменю ярого найкраще себе проявило за комбінованої обробки насіння культури перед сівбою мікробним препаратом Бінос (3 л/т) за наступного внесення по даному фону регулятора росту рослин Регоплант в нормі 50 мл/га, за такого поєднання препаратів умовно чистий прибуток склав 10315 грн. за собівартості 1 т 4221 грн. та рівня рентабельності 63%.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що мікробний препарат і регулятор росту рослин значно активізують в посівах ячменю ярого розвиток ризосферної мікробіоти, викликаючи позитивні зміни в її кількісному і якісному складі: за комплексного використання препаратів (Бінос – обробка перед сівбою насіння + Регоплант – обробка вегетуючих рослин) загальна чисельність бактерій і мікроміцетів ризосфери зростає до 7,3–21,8%, водночас амоніфікувальних, нітрифікувальних та азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* – до 34,1–100%, що, на нашу думку, обумовлюється як формуванням додаткової площі кореневої системи (з боку дії препаратів), необхідної для колонізації мікроорганізмами, так і виділенням кореневою системою більшої кількості ексудатів (внаслідок зростання фізіолого-біохімічної активності).

2. Виявлено, що найвищу врожайність посіви ячменю ярого формували за комплексного використання біологічних препаратів, де перевищення до контролю складало 0,65 т/га.

3. Застосування біологічних препаратів у посівах ячменю ярого найкраще себе проявило за комбінованої обробки насіння культури перед сівбою мікробним препаратом Бінос (3 л/т) за наступного внесення по даному фону регулятора росту рослин Регоплант в нормі 50 мл/га, за такого поєднання препаратів умовно чистий прибуток склав 10315 грн. за собівартості 1 т 4221 грн. та рівня рентабельності 63%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності зерна ячменю ярого та з метою біологізації технології його вирощування, активізацію проходження основних мікробіологічних процесів у грунті, в посівах культури слід застосовувати для передпосівної обробки насіння мікробний препарат Бінос (3 л/т) у поєднанні з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га).

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. Рослинництво (1990–2010 р.) [Електронний ресурс]. Держкомстатистики України. Режим доступу: http: www.ukrstat.gov.ua/operativ2006/sg/sg_u/rosl_u.html.
2. Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. Наукові горизонти, «Scientific horizons». Житомир, 2018. №7-8 (70). С. 131-138.
3. Матюха Л. П., Матюха В. Л. Засміченість зернових у Степу. Захист рослин. 2002. № 4. С. 2–4.
4. Яворська В., Драговоз І., Мусіяка В. Регулятори росту зберігають сортову типовість сільськогосподарських культур. Пропозиція. 2004. № 8–9. С. 70.
5. Хвороби сочевиці: монографія / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, Т. П. Новікова та ін. За редакцією В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2021. 112 с.
6. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б Біологічно активні речовини в рослинництві; за ред. З. М. Грицаєнко. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
7. Мазильников Г. В., Шевченко О. І., Черемха Б. М. Вивчення ефективності дії біостимуляторів на донорно-акцепторні відносини у рослин. Елементи регуляції в рослинництві : зб.наук. праць. К. : ВВП «Компас», 1998. С. 32–37.
8. Martin Hilary V. Saturable uptake of indol-3yl-acetic acid by maize roots. Plant Physiol. 2020. V. 81. № 3. P. 889–895.
9. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку. К. : Логос, 2009. Т. 1. С. 508–536.
10. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть : зб. наук. праць. К., 2001. Т. 1. С. 375–387.

11. Терек О. І. Розвиток вчення про ріст рослин у Львівському національному університеті імені Івана Франка. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть : зб. наук. праць. К., 2001. Т. 1. С. 405–411.
12. Білявська Л. О., Драговоз І. В., Козирицька В. Є. [та ін.] Вплив комплексного мікробного препарату Аверком на гормональний статус і продуктивність ярої пшениці. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тези доповідей, 25–30 травня 2009 р. Ужгород: Патент, 2009. С. 287.
13. Васюк В. А., Генералова В. М., Мартин Г. Г. Структура листків та гормональний комплекс проростків кукурудзи при високотемпературному стресі. Укр. бот. журн. 2000. Т. 57. № 5. С. 483–489.
14. Карпенко В. П., Шутко С. С., Полторецький С. П. та ін. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань: «Сочінський М. М.». 2017. 112 с.
15. 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.
16. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Мікробіологічна активність ризосфери пшениці полби звичайної за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 6 (76). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11625 .
17. 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.

18. Пузік В. К. Динаміка вітамінів у кореневих виділеннях злаків на ранніх етапах онтогенезу. Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2003. Т. 35. № 3. С. 229–233.
19. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.
20. Karpenko, V., Krasnoshtan, V., Mostoviak, I., & Prytuliak, R. Liczba mikroorganizmów w ryzosferze sorga (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) po zastosowaniu herbicydu, regulatora wzrostu roślin i biopreparatu. Agronomy Science 2021. 76(2), 17–26. https://doi.org/10.24326/as.2021.2.2
21. Марченко К. Ю. Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса голозерного за використання біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. Умань. 2021. Випуск 2. С. 37–41.
22. Патика В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія; за ред. В. П. Патики. К.: Основа. 2005. 300 с.
23. М. К. Шикула, І. І. Воробей, П. Г. Дульнев [та ін.]. Застосування біостимуляторів росту і розвитку рослин у ґрунтозахисному землеробстві. Відтворення родючості грунтів в грунтозахисному землеробстві. К. : Оранта, 1998. С. 386–399.
24. Патика В. П., Омельянець Т. Г., Гриник І. В., Петриченко В. Ф. Екологія мікроорганізмів; за ред. В. П. Патики. Київ: Основа. 2007. 192 с.
25. 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.
26. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Розвиток ризосферної мікробіоти пшениці полби звичайної залежно від застосування гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем: матеріали ІІІ Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.

27. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. , Новікова Т. П. Активність мікробіоти в ризосфері сочевиці за дії біологічних препаратів. Таврійський науковий вісник. №103. 2018. С. 56–62.
28. Геркіял О. М. Вміст гумусу і кислотність грунту у сівозмінах з сорокарічним застосуванням різних систем і норм добрив. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2005. Вип. 61. С. 28–36.
29. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2012 рік. К., 2011. С. 94.
30. Інокулянт для зернових колосових. Режим доступу: https://agro.enzim.biz/inokulyant-dlya-zernovih.html
31. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Спец. випуск журн. «Пропозиція». К. : Юнівест медія, 2019. 447 с.
32. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
33. Волкогон В. В., Гусєв О. В., Давидова О. Є. [та ін.]. Вивчення особливостей азотного живлення ячменю методом ізотопного розбавлення при застосуванні Триману І, мінеральних добрив та інокуляції. Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2004. Т. 36. № 5. С. 444–451.
34. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Новікова Т. П. Активність мікробіоти в ризосфері сочевиці за дії біологічних препаратів. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Вип. 103. С. 56–62.
35. Притуляк Р. М., Карпенко В. П. Розвиток еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери тритикале озимого за дії гербіциду і мікробіологічного препарату. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, приуроченої 140-й річниці від дня народження видатного вченого плодовода П. Г. Шитта. Умань. 2015. С. 37–38.

36. Шерстобоєва О. В., Чабанюк Л. В., Калинич О. М. [та ін.]. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції. Агроекологічний журнал. 2011. №2. С. 78–80.
37. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Азотфіксувальні мікроорганізми роду *Azotobacter* ризосфери ячменю озимого за обробки посівів гербіцидом Калібр 75 і регулятором росту рослин Біолан. Наукові записки Тернопільського НПУ ім. Володимира Гнатюка. 2014. №3 (60). С. 83–87.
38. Бровко І. С. Функціонування мікробіоти ґрунту за дії гербіцидів: автореф. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.16 – екологія. Ін-т агроекології і природокористування. Київ, 2018. 20 с.
39. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. 2018. №102. С. 46–52.
40. Івасюк Ю. І. Продуктивність посівів сої за роздільного та інтегрованого застосування мікробіологічного препарату, регулятора росту рослин і гербіциду. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2016. №.3. С. 89–95.
41. Yadav, Shyam & Redden, Robert & Chen, W & Sharma, B. Chickpea breeding and management. CAB Int. 2021. P. 538–554.
42. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Оратівська С. А. Біологізована технологія вирощування бобових культур (соя, горох). За ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр "Візаві", 2019. 24 с.
43. Бушулян О. В. Модель високопродуктивного сорту нуту для степової зони України. Збірник наукових праць СГІ. Одеса, 2009. Випуск 14 (54). С.160–165.
44. Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ріст і розвиток рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., 2018, "Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного

розвитку та міжрегіональної інтеграції" ПДТУ (м. Камянець-Подільський. 31 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок. 2018. С. 58–60.

45. Erdal Elkoca, Faik Kantar, Sahin Fikrettin. Influence of Nitrogen Fixing and Phosphorus Solubilizing Bacteria on the Nodulation, Plant Growth, and Yield of Chickpea. Journal of Plant Nutrition. 2020. Vol. 31(1). P. 157–171.
46. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

# ДОДАТКИ

# ДОДАТОК А
# ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

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

| Варіант | Середнє | Повторності | | |
|---|---|---|---|---|
| 3,20 | 3,16 | 3,15 | 3,30 | |
| 3,56 | 3,66 | 3,62 | 3,40 | |
| 3,41 | 3,44 | 3,56 | 3,23 | |
| 3,85 | 3,85 | 3,79 | 3,91 | |

Середнє по досліду – 3,51
Таблиця дисперсії

| Дисперсія | Сума квадратів | Ступені | Середній квадрат | F | |
|---|---|---|---|---|---|
| Загальна | 427.11 | 13 | | | |
| Повторностей | 36.14 | 7 | | | |
| Варіантів | 315.23 | 6 | 71.24 | 8.25 | |
| Залишку | 61.69 | 16 | 6.37 | | |

Помилка = 1.27 Помилка різниці середнього = 2.29
НІР = 0.12 або 4.24%
Сила впливу фактора = 0.38
Точність досліду = 3.08% Варіація даних = 5.17%
10-09-2023

Додаток Ж