

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАРЧЕНКО КАТЕРИНА ЮРІЇВНА

УДК 632.95.204:631.86.87:664.785

ДИСЕРТАЦІЯ

**ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ
ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ВІВСА
ГОЛОЗЕРНОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


К. Ю. Марченко

Науковий керівник: **КАРПЕНКО Віктор Петрович**, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2022

АНОТАЦІЯ

Марченко К. Ю. Фізіологічне обґрунтування застосування біологічних препаратів у технології вирощування вівса голозерного в Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Уманський національний університет садівництва, Умань, 2022 р.

У вступній частині дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету і завдання, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проаналізовано наукові праці вітчизняних і іноземних учених щодо вивчення впливу на фізіолого-біохімічні процеси у рослинах та мікробіологічні – у ґрунті біологічних препаратів та обґрунтовано їх залежність від низки чинників: норм та способів внесення препаратів, погодних умов, періоду їх дії і ін. Аналіз сучасної наукової літератури засвідчує важливість зниження або взагалі відмову від застосування хімічних засобів захисту рослин та добрив в агроценозах. Проте, спрямованість дії мікробних препаратів і регуляторів росту рослин на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, мікробіологічні – в ґрунті, та можливість їх поєднаного використання у посівах вівса голозерного практично не вивчені.

Досліди виконували у Правобережному Лісостепу України впродовж 2019–2021 рр. у польових умовах сівозміни дослідного поля кафедри біології Уманського національного університету садівництва.

Погодні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для вирощування вівса голозерного, проте з незначними відхиленнями, в основному за забезпеченістю рослин вологою, яка виступала лімітуючим чинником формування продуктивності посівів.

Дію мікробного препарату Меланоріз, внесеного окремо та у суміші із регулятором росту рослин Агролайт, досліджували на рослинах вівса голозерного (*A. sativa subsp. nudisativa* (Husnot) Rod. et Sold.), сорт Мирсем.

Схема польового досліджу передбачала 16 дослідних варіантів, на яких проводилися польові і лабораторні дослідження. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах вівса голозерного за дії досліджуваних препаратів виконували також у суворо контрольованих умовах за методикою вегетаційного досліджу.

У результаті проведених вегетаційних і польових досліджень встановлено, що МБП Меланоріз і РРР Агролайт впливають на спрямованість проходження обмінних процесів у рослинах вівса голозерного, активними та безпосередніми учасниками яких в рослинному організмі є ферменти. Так, у вегетаційному досліді за використання Меланорізу (1,0–1,5 л/т) для передпосівної обробки насіння у суміші з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т активність каталази на п'яту добу досліджень зростала відносно варіанту окремої дії РРР на 1–19%. Найвищу активність каталази у листках вівса голозерного було відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу з Агролайтом за наступного обприскування посівів Агролайтом, що забезпечило зростання активності даного фермента на 31–48% відповідно до варіантів із самотійним внесенням Меланорізу. Щодо інших антиоксидантних ферментів – пероксидази та поліфенолоксидази, то простежувалась аналогічна залежність їх активності від норм та способів застосування досліджуваних препаратів, зокрема зростання активності пероксидази на 32–46% та поліфенолоксидази – 28–41% відносно контролю було відмічено у варіантах комплексного застосування для передпосівної обробки насіння МБП Меланоріз у нормах від 1,0 до 1,5 л/т і РРР Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням вегетуючих рослин по фону їх дії Агролайтом у нормі 1,0 л/га. Подібні результати активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз було одержано в польових досліджах у фазу

виходу в трубку рослин вівса голозерного. Проте, як і в вегетаційних дослідях, найвищою їх активність була за комплексного застосування МБП Меланоріз і РРР Агролайт для оброки насіння та обробки посівів Агролайтом. У середньому активність каталази в цих варіантах дослідів зростала на 43–64%, пероксидази – 19–28%, поліфенолоксидази – 39–61% відповідно. Очевидно, зростання активності каталази, пероксидази й поліфенолоксидази за комплексного застосування біологічних препаратів є наслідком покращення умов росту й розвитку вівса голозерного, за яких підвищується активність обмінних процесів у рослинах, невід'ємною складовою яких є ферменти. У той же час, зростання активності ферментів може свідчити про прямий вплив біологічних препаратів на стан антиоксидантної системи вівса, яка активізується у відповідь на дію екзогенних рістстимулювальних складових МБП і РРР.

Встановлено залежність вмісту хлорофілу в листках вівса голозерного від норм використання МБП Меланоріз, внесеного роздільно і в комплексі з РРР Агролайт. У середньому за роки експериментальних досліджень у фазу виходу рослин в трубку найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз і Агролайт з наступною обробкою посівів Агролайтом, де перевищення до контрольного варіанту складало 12–17%. Аналіз одержаних даних із вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного у фазу цвітіння продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних норм Меланорізу та способів внесення Агролайту.

З метою більш ретельного з'ясування дії досліджуваних препаратів на формування пігментного комплексу вівса голозерного нами в 2020 р. було проведено експериментальні дослідження у суворо контрольованих умовах. Найвищі показники з вмісту хлорофілів простежувались у листках вівса за використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т сумісно з Агролайтом 0,26 л/т та з наступним обприскуванням посівів Агролайтом 1,0 л/га, де перевищення

контролю складало: 0,145; 0,172 і 0,286% на суху речовину – для хлорофілу *a*; 0,036; 0,045 і 0,057% на суху речовину – для хлорофілу *b* та – 0,181; 0,217 і 0,343% на суху речовину – для суми хлорофілів *a+b*.

Дані з вмісту хлорофілів у листках вівса голозерного свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на процеси накопичення даних сполук у рослинах, що, очевидно, може бути підтверджено, з одного боку, покращенням азотного живлення рослин за рахунок діяльності мікробіоти МБП, з іншого боку – безпосереднім стимулювальним впливом РРР на синтез даних сполук.

Результати проведених досліджень показали, що різні норми мікробного препарату Меланоріз та способи застосування регулятора росту рослин Агролайт накладали свій вплив на інтенсивність дихання рослин вівса голозерного, що є свідченням регулювання процесів біологічного окиснення. Так, аналізуючи інтенсивність дихання рослин вівса у фазу виходу в трубку у середньому за 2019–2021 рр. досліджень, передпосівна інокуляція насіння МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т зумовлювала зростання інтенсивності дихання рослин вівса на 4; 6 та 7% відповідно до норм препарату проти контролю. Застосування Агролайту на фоні обробки насіння Меланорізом у нормах 1,0–1,5 л/т підвищувало інтенсивність дихання рослин до 0,77–0,82 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину, що перевищувало контроль на 7–14%. Необхідно відмітити, що найвищий показник інтенсивності дихання спостерігався за комбінованого застосування передпосівного обробітку насіння сумішшю препаратів з наступною обробкою посівів регулятором росту рослин. Зокрема, найбільше підвищення показників інтенсивності дихання рослин вівса голозерного було відмічено за використання Меланорізу у нормі 1,5 л/т у суміші з Агролайтом у нормі 0,26 л/т для обробки насіння та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що забезпечило перевищення контрольного показника на 29%.

Вивчаючи інтенсивність дихання у фазу цвітіння вівса, та порівнюючи її із попередньою фазою розвитку рослин, можна констатувати підвищення

даного показника. Очевидно, це є наслідком зростання активності проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах. У середньому за 2019–2021 рр. використання Меланорізу (1,0–1,5 л/т) для обробки насіння сприяло зростанню досліджуваного показника на 3–7%, а за обробки насіння сумішшю Меланорізу (1,0–1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) – на 8–16% проти контролю. Істотне зростання показника інтенсивності дихання відмічено у варіантах досліду з комплексним застосуванням препаратів Меланоріз і Агролайт для обробки насіння та внесення по даному фону Агролайту. Так, за даного поєднання препаратів за норми Меланорізу 1,5 л/т показник інтенсивності дихання перевищував контрольний варіант на 26%.

Таким чином, можна стверджувати, що застосування в посівах вівса голозерного МБП Меланоріз і РРР Агролайт забезпечує значну активізацію процесів дихання в рослинах, інтенсивність яких зумовлює енергетичний потенціал ростових та продукційних процесів. Узагальнюючий розрахунок за індикаторною ознакою «інтенсивність дихання» – «активність антиоксидантних ферментів» засвідчив тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,81$), оскільки ферменти є безпосередніми та активними учасниками процесу дихання.

У результаті виконаних анатомічних досліджень встановлено, що формування показників анатомічної структури епідермісу листового апарату вівса голозерного залежало від норм використання МБП Меланоріз за різних способів застосування РРР Агролайт, погодних умов, що складались під час вегетації культури. Так, аналізуючи кількість клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка у 2019 р. за дії Меланорізу, можна відмітити, що за норм препарату 1,0–1,5 л/т їх кількість зменшувалась і складала 298–286 шт./мм² при 306 шт./мм². При застосуванні цих же норм МБП Меланоріз сумісно з РРР Агролайт (0,26 л/т) кількість клітин на 1 мм² поверхні листка продовжувала зменшуватись і складала відповідно 284–276 шт./мм². Зменшення кількості клітин епідермісу листка вівса голозерного у варіантах досліду із сумісним

застосуванням для обробки насіння Меланорізу і Агролайту супроводжувалось збільшенням їх розмірів та площі. Подальший аналіз одержаних експериментальних даних показав, що за дії Меланорізу (1,0–1,5 л/т) з РРР Агролайт (1,0 л/га) кількість клітин епідермісу на 1 мм² листка вівса голозерного в порівнянні з контролем теж зменшувалась (289–279 при 306 шт./мм² у контролі), але при цьому також збільшувались розміри клітини і їх площа (на 15–35% у порівнянні з контролем). Дещо більша площа клітин була відмічена у варіантах досліду за використання для обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) й Агролайту (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів вівса голозерного Агролайтом (1,0 л/га), де у порівнянні з варіантами Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) площа клітин збільшувалася на 408; 460; 632 мкм² відповідно. Ці ж варіанти досліду у порівнянні з контролем забезпечили збільшення площі клітин на 65–112%. Аналогічні дані були одержані нами і в 2020 та 2021 рр.

Отже, МБП Меланоріз і РРР Агролайт здатні суттєво впливати на проходження обмінних процесів у рослинах, що відповідним чином відображається на основних стадіях розвитку клітин (ембріональна, розтягування і диферинціації) та анатомічній структурі окремих тканин і органів; за сумісного їх застосування простежується стимулюючий вплив, який виражається у формуванні анатомічної структури листкового апарату мезоморфного типу (коефіцієнт морфоструктури складає 0,67–0,97).

Формування в даних варіантах досліду мезоморфної анатомічної структури листкового апарату позитивно позначилось на площі листків. Так, у середньому за роки досліджень, за сумісного використання Меланорізу з Агролайтом для обробки насіння зростання площі листків рослин у фазу виходу в трубку складало 10–14% до контролю. Значно активніше наростання листової поверхні рослин вівса голозерного спостерігалось за комплексного використання препаратів для обробки насіння (Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т) з наступною обробкою посівів РРР Агролайт (1,0 л/га), де площа листків однієї рослини перевищувала контрольний показник на 15–22%

відповідно. У фазу цвітіння вівса голозерного залежність формування площі листової поверхні рослин від норм та способів застосування препаратів зберігалася. Одержаний матеріал з формування площі листків рослин вівса голозерного демонструє одержання в посівах найвищих показників за комплексного застосування препаратів – Меланоріз (1,0–1,5 л/т – обробка насіння) + Агролайт (0,26 л/т – обробка насіння) + Агролайт (1,0 л/га – обробка вегетуючих рослин), який тісно корелює з показником анатомічної морфоструктури ($r = 0,84$) і є свідченням оптимального впливу даних композицій на проходження обмінних процесів у рослинах.

Використання у технології вирощування вівса голозерного біологічних препаратів позитивно вплинуло на ростові процеси рослин. Так, за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів (Меланоріз 1,0, 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т) надземна біомаса однієї рослини у фазу виходу в трубку перевищувала контроль на 9–12%, а у фазу цвітіння на – 11–13% за обробки по цьому ж фоні рослин Агролайтом 1,0 л/га – 5–11% та 7–12% відповідно. Найактивнішим приріст надземної біомаси однієї рослини вівса голозерного, у відповідні фази розвитку культури, був за використання композицій Меланоріз 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га (13–21%).

Одночасно з дослідженням ростових процесів надземної біомаси вівса голозерного важливим було з'ясувати вплив препаратів на формування кореневої системи рослин. Оскільки застосування МБП і РРР може в значній мірі відображатися на її розвитку, що є одним із важливих фізіологічних показників і впливає на продуктивність сільськогосподарських культур.

У середньому за три роки досліджень встановлено, що найвища маса коріння рослин вівса голозерного у фазу цвітіння була у варіантах МБП Меланоріз (1,0; 1,25 і 1,5 л/т) + РРР Агролайт (0,26 л/т) + РРР Агролайт (1,0 л/га), де перевищення відповідно контролю складало 3,3; 3,8 і 5,0 г/0,1 м², що в середньому перевищувало контроль на 17–26%.

Одержані дані свідчать про позитивний вплив комплексу МБП + РРР на проходження в рослинах вівса голозерного ростових процесів, які є наслідком, з одного боку, стимулювальної дії екзогенних фітогормонів, з іншого боку – покращення мінерального забезпечення рослинного організму за рахунок інтродукованих у ризосферу мікроорганізмів.

Встановлено, що використання МБП Меланоріз і РРР Агролайт, забезпечувало формування різних показників чистої продуктивності фотосинтезу посівів вівса голозерного. Так, у середньому за роки досліджень, за обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) ЧПФ перевищувала контроль на 6–9%. Разом з тим, у варіантах комплексного застосування для обробки насіння Меланорізу у нормі 1,5 л/т і Агролайту у нормі 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га формуються найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому на 15% перевищують контроль. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між чистою продуктивністю фотосинтезу та вмістом у листках рослин вівса голозерного хлорофілу й інтенсивністю дихання ($r = 0,69; 0,76$ відповідно).

Використання в посівах вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Агролайт сприяло активізації життєдіяльності окремих груп мікроорганізмів ризосфери вівса голозерного. Найбільшу чисельність окремих груп мікроорганізмів відмічено за комплексного використання Меланорізу (1,0–1,5 л/т) і Агролайту (0,26 л/т + 1,0 л/га), де перевищення у середньому за роками досліджень і фазами розвитку культури складало 24–55% (загальна чисельність бактерій), 18–42% (мікроміцети), 23–34% (нітрифікувальні бактерій), 16–26% (целюлозолітичні бактерії), 23–41% (*Azotobacter*), 22–35% (*Clostridium pasteurianum*).

Встановлено, що найвищу врожайність зерна посіви вівса голозерного формують за обробки насіння перед сівбою Меланорізом у нормі 1,5 л/т сумісно з Агролайтом у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що забезпечує прибавку зерна на рівні 0,81 т/га

за збільшених на 13% – показника маси 1000 зерен, 7% – натури зерна, 1,6% – вмісту в зерні білка і 6,8% – вмісту крохмалю. Використання цієї композиції препаратів забезпечує формування додаткового прибутку на рівні 4647 грн./га за рівня рентабельності 170%, окупності додаткових витрат – 4,1 рази і коефіцієнта енергетичної ефективності – 3,4.

З метою підвищення урожайності і якості зерна вівса голозерного у технологіях його вирощування рекомендується застосовувати суміш мікробного препарату Меланоріз у нормі 1,5 л/т (загальне число життєздатних мікроорганізмів $2,5 \times 10^7$ КУО/см³) з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т – для передпосівної обробки насіння і Агролайт у нормі 1,0 л/га – для обприскування посівів по даному фону у фазу кушіння культури.

Ключові слова: фізіологічне обґрунтування, інтегрована дія, овес голозерний, регулятор росту рослин, мікробний препарат.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного за дії мікробного препарату і регулятора росту рослин. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2020. Випуск 96. Ч. 1. С. 9–23.
2. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. Таврійський науковий вісник. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2021. Вип. 118. С. 105–113.
3. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. 2021. № 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.

4. Марченко К. Ю. Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса голозерного за використання біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. Умань. 2021. Випуск 2. С. 37–41.

5. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Марченко К. Ю. Активність каталази, поліфенолоксидази і пероксидази у листках вівса голозерного за використання мікробного препарату і регулятора росту рослин. The 8th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research” (March 14–16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P. 27–31.

7. Марченко К. Ю. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах вівса голозерного за використання біологічних препаратів. The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (March 28–30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome. Italy. 2021. P. 45–48.

8. Марченко К. Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне. Україна. 2021. С. 72–73. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>.

9. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування біомаси вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату» (м. Умань, 25 червня 2021 р.). Умань. 2021. С 16.

10. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу в листках вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку. матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих

вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. Херсон. С. 80–84.

ABSTRACT

Marchenko K. Yu. Physiological justification of the use of biological preparations in the technology of growing whole-grain oats in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in speciality 201 Agronomy (20 Agricultural sciences and food). Uman National University of Horticulture, Uman, 2022.

In the introductory part of the dissertation, the relevance of the research topic is substantiated, the goal and task are formulated, and the scientific novelty and practical significance of the obtained results are highlighted.

The first chapter analyzes the scientific works of domestic and foreign scientists on the study of the impact of biological preparations on physiological-biochemical processes in plants and microbiological processes in the soil and substantiated their dependence on several factors: norms and methods of introduction of drugs, weather conditions, period of their action, etc. The analysis of modern scientific literature proves the importance of reducing or completely abandoning the use of chemical plant protection agents and fertilizers in agrocenoses. However, the direction of action of microbial preparations and plant growth regulators on physiological, biochemical, anatomical and morphological processes in plants, microbiological processes — in the soil, and the possibility of their combined use in crops whole-grain oats are practically not studied.

The experiments were carried out in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine during 2019–2021 in the field conditions of crop rotation in the experimental field of the Department of Biology of the Uman National University of Horticulture.

Weather conditions during the years of research were favourable for the cultivation of whole-grain oats, but with minor deviations, mainly due to the

supply of moisture to the plants, which acted as a limiting factor in the formation of crop productivity.

The action of the microbial preparation Melanoriz, applied separately and in a mixture with the plant growth regulator Agrolight, was studied on whole-grain oat plants (*A. sativa subsp. nudisativa* (Husnot) Rod. et Sold.), variety Myrsem.

The scheme of the field experiment provided for 16 experimental options, on which field and laboratory studies were carried out. Physiological-biochemical processes in whole-grain oat plants under the action of the studied preparations were also performed under strictly controlled conditions according to the methodology of the vegetative experiment.

As a result of vegetation and field studies, it was established that microbial preparation Melanoriz and plant growth regulator (PGR) Agrolight affect the directionality of passage metabolic processes in whole-grain oat plants, active and direct participants of which are enzymes in the plant organism. Thus, in a vegetative experiment using Melanoriz (1.0–1.5 l/ton) for pre-sowing seed treatment in a mixture with the plant growth regulator Agrolight at a rate of 0.26 l/ton, catalase activity on the fifth day of research increased relative to the variant by 1–19% the independent contribution of Melanoriz. As for other antioxidant enzymes — peroxidase and polyphenol oxidase, a similar dependence of their activity on the rates and methods of application of the studied drugs was observed, in particular, an increase in the activity of peroxidase by 32–46% and polyphenol oxidase by 28–41% relative to the control was noted in variants of complex application for pre-sowing treatment of microbial preparation Melanoriz seeds in rates from 1.0 up to 1.5 l/ton and PGR Agrolight at the rate of 0.26 l/ton with subsequent spraying of vegetative plants against the background of their action with Agrolight at the rate of 1.0 l/ha. Similar results of the activity of the main antioxidant enzymes of the class of oxidoreductases were obtained in field experiments in the phase of emergence into the tube of whole-grain oat plants. However, as in the vegetation experiments, their activity was highest during the complex application of microbial preparation Melanoriz and PGR Agrolight for

seed treatment and treatment of crops with Agrolight. On average, catalase activity in these experiment variants increased by 43–64%, peroxidase — 19–28%, and polyphenol oxidases — 39–61%, respectively. Obviously, the activity of catalase and peroxidase increased and polyphenol oxidase with the complex use of biological preparations is a consequence of improving the conditions of growth and development of whole-grain oats, under which the activity of metabolic processes in plants increases, the integral component of which are enzymes. At the same time, the increase in enzyme activity may indicate a direct effect of biological drugs on the state of the oat antioxidant system, which is activated in response to the action of exogenous growth-stimulating components microbial preparation and PGR.

The dependence of the content of chlorophyll in whole-grain oat leaves on the norms of the use of microbial preparation Melanoriz introduced separately and in a complex with PGR Agrolight, was established. On average, over the years of experimental research, the highest indicators of the total amount of chlorophylls are found in the phase of the emergence of plants into the tubes a and b were formed in variants of combined treatment of seeds with a mixture of Melanoriz and Agrolight followed by treatment of crops with Agrolight, where the excess compared to the control variant was 12–17%. The analysis of the obtained data on the content of the sum of chlorophylls a and b in the leaves of whole-grain oats in the flowering phase demonstrated a similar dependence of the influence of the studied rates of Melanoriz and methods of application of Agrolight.

In 2020, we conducted experimental studies under strictly controlled conditions to more thoroughly clarify the effect of the studied preparations on the formation of the pigment complex of whole-grain oats. The highest indicators of chlorophyll content were observed in oat leaves when Melanoriz 1.0 was used; 1.25 and 1.5 l/ton combined with Agrolight 0.26 l/ton and with subsequent spraying of crops with Agrolight 1.0 l/ha, where the control excess was: 0.145; 0.172 and 0.286% per dry matter — for chlorophyll *a*; 0.036; 0.045 and 0.057%

per dry matter — for chlorophyll *b* and — 0.181; 0.217 and 0.343% per dry matter — for the sum of chlorophylls *a+b*.

The data on the content of chlorophylls in the leaves of whole-grain oats indicate a positive effect of the studied drugs on the processes of accumulation of these compounds in plants, which, can be confirmed, on the one hand by the improvement of nitrogen nutrition of plants due to the activity of the microbiota of microbial preparation, on the other hand by direct stimulating by the effect of PGR on the synthesis of these compounds.

The results of the conducted research showed that different rates of the microbial drug Melanoriz and methods of application of the plant growth regulator Agrolight imposed their influence on the intensity of respiration of whole-grain oat plants, which is evidence of the regulation of biological oxidation processes. Thus, analyzing the intensity of respiration of oat plants in the phase of emergence into the tube on average for the 2019–2021 research, pre-sowing inoculation of microbial preparation Melanoriz seeds at rates of 1.0; 1.25; 1.5 l/ton led to an increase in the intensity of respiration of oat plants by 4; 6 and 7% according to the norms of the drug against the control. The use of Agrolight against the background of seed treatment with Melanoriz at rates of 1.0–1.5 l/ton increased the intensity of plant respiration to 0.77–0.82 mg CO₂/g of raw material in 1 hour, which exceeded the control by 7–14%. It should be noted that the highest rate of respiration intensity was observed with the combined application of pre-sowing treatment of seeds with a mixture of drugs followed by treatment of crops with a plant growth regulator. In particular, the greatest increase in respiration rate of naked oat plants was noted for the use of Melanoriz at the rate of 1.5 l/ton mixed with Agrolight at the rate of 0.26 l/ton for seed treatment and spraying of crops with Agrolight at the rate of 1.0 l/ha, which ensured that the benchmark was exceeded by 29%.

Studying the intensity of respiration during the flowering phase of oats, and comparing it with the previous phase of plant development, it is possible to ascertain an increase in this indicator. This is a consequence of the increased activity of the main physiological and biochemical processes in plants. On average,

for 2019–2021, the use of Melanoriz (1.0–1.5 l/ton) for seed treatment contributed to the growth of the studied indicator by 3–7%, and for seed treatment with a mixture of Melanoriz (1.0–1.5 l/ton) with Agrolight (0.26 l/ton) by 8–16% compared to the control. A significant increase in the rate of respiration intensity was noted in the variants of the experiment with the complex use of the preparations Melanoriz and Agrolight for seed treatment and application of Agrolight against this background. Thus, with this combination of drugs at the rate of Melanoriz of 1.5 l/ton, the rate of breathing intensity exceeded the control version by 26%.

Thus, it can be argued that application in whole-grain oat crops microbial preparation Melanoriz and PGR Agrolight ensures a significant activation of respiration processes in plants, the intensity of which determines the energy potential of growth and production processes. The general calculation based on the indicator sign "intensity of breathing" — "activity of antioxidant enzymes" proved a close correlation ($r = 0.81$), since enzymes are direct and active participants in the breathing process.

As a result of the performed anatomical studies, it was established that the formation of the indicators of the anatomical structure of the epidermis of the leaf apparatus of whole-grain oats depended on the norms of using microbial preparation Melanoriz in different ways of using PGR Agrolight, and the weather conditions during the growing season of the crop. Thus, analyzing the number of epidermal cells per 1 mm² of the leaf surface in 2019 under the action of Melanoriz, it can be noted that at the rate of 1.0–1.5 l/ton of the drug, their number decreased and amounted to 298–286 pcs./mm² at 306 pcs./mm². When applying the same standards of microbial preparation Melanoriz in combination with PGR Agrolight (0.26 l/ton), the number of cells per 1 mm² of the leaf surface continued to decrease and amounted to 284–276 pcs./mm², respectively. The decrease in the number of cells of the epidermis of the whole-grain oat leaf in the experimental variants with the combined use of Melanoriz and Agrolight for seed treatment was accompanied by an increase in their size and area. Further analysis of the obtained

experimental data showed that under the action of Melanoriz (1.0–1.5 l/ton) with PGR Agrolight (1.0 l/ha), the number of epidermal cells per 1 mm² of a whole-grain oat leaf also decreased compared to the control (289–279 at 306 pcs./mm² in the control), but at the same time the cell sizes and their area also increased (by 15–35% compared to the control). A somewhat larger area of cells was noted in the variants of the experiment for the use of a mixture of Melanoriz (1.0; 1.25; 1.5 l/ton) and Agrolight (0.26 l/ton) for seed treatment followed by spraying of whole-grain oat crops with Agrolight (1.0 l/ha), where compared to the Melanoriz + Agrolight options (seed treatment before sowing), the cell area increased by 408; 460; 632 mk², respectively. The same variants of the experiment compared to the control provided an increase in the area of cells by 65–112%. We received similar data in 2020 and 2021.

Therefore, microbial preparation Melanoriz and PGR Agrolight can significantly influence the passage of metabolic processes in plants, which is appropriately reflected in the main stages of cell development (embryonic, stretching and differentiation) and the anatomical structure of individual tissues and organs; with their combined use, a stimulating effect is observed, which is expressed in the formation of the anatomical structure of the leaf apparatus of the mesomorphic type (the morph structure coefficient is 0.67–0.97).

The formation of the mesomorphic anatomical structure of the leaf apparatus in these variants of the experiment had a positive effect on the area of the leaves. Thus, on average over the years of research, with the combined use of Melanoriz and Agrolight for seed treatment, the increase in the area of plant leaves in the phase of emergence into the tube was 10–14% compared to the control. Much more active growth of the leaf surface of whole-grain oat plants was observed with the complex use of preparations for seed treatment (Melanoriz 1.0; 1.25 and 1.5 l/ton + Agrolight 0.26 l/ton) with the subsequent treatment of PGR Agrolight crops (1.0 l/ha), where the leaf area of one plant exceeded the control indicator by 15–22%, respectively. During the flowering phase of whole-grain oats, the dependence of the formation of the plant leaf surface area on the norms and methods of drug

application was maintained. The material obtained from the formation of the area of the leaves of whole-grain oat plants demonstrates the achievement of the highest indicators in crops with the complex use of drugs — Melanoriz (1.0–1.5 l/ton — seed treatment) + Agrolight (0.26 l/ton — seed treatment) + Agrolight (1.0 l/ha — treatment of vegetative plants), which closely correlates with the indicator of anatomical morph structure ($r = 0.84$) and is evidence of the optimal effect of these compositions on the passage of metabolic processes in plants.

The use of biological preparations in the technology of growing whole-grain oats had a positive effect on the growth processes of plants. Thus, with pre-sowing seed treatment with a mixture of drugs (Melanoriz 1.0, 1.25 and 1.5 l/ton + Agrolight 0.26 l/ton) aboveground biomass of one plant in the phase of emergence into the tube exceeded the control by 9–12%, and in the flowering phase by 11–13% when plants were treated with Agrolight 1.0 l/ha – 5–11% and 7–12%, respectively. The most active increase in the above-ground biomass of one whole-grain oat plant, in the corresponding phases of culture development, was with the use of compositions Melanoriz 1.0–1.5 l/ton + Agrolight 0.26 l/ton + Agrolight 1.0 l/ha (13–21%).

Simultaneously with the research of the growth processes of above-ground biomass of whole-grain oats, it was important to find out the effect of drugs on the formation of the root system of plants. Since the use of microbial preparation and PGR can significantly affect its development, which is one of the important physiological indicators and affects the productivity of crops.

On average of three years of research, it was established that the highest mass of the roots of whole-grain oat plants in the flowering phase was in the variants of microbial preparation Melanoriz (1.0, 1.25 and 1.5 l/ton) + PGR Agrolight (0.26 l/ton) + PGR Agrolight (1.0 l/ha), where the excess, according to the control, was 3.3; 3.8 and 5.0 g/0.1 m², which on average exceeded the control by 17–26%.

The obtained data indicate a positive effect of the microbial preparation + PGR complex on growth processes in whole-grain oat plants, which are the result,

on the one hand, of the stimulating action of exogenous phytohormones, and on the other hand, the improvement of the mineral supply of the plant organism due to microorganisms introduced into the rhizosphere.

It was established that the use of microbial preparation Melanoriz and PGR Agrolight ensured the formation of various indicators of the net productivity of photosynthesis of whole-grain oat crops. So, on average, over the years of research, when treating seeds with a mixture of Melanoriz (1.0, 1.25, 1.5 l/ton) and Agrolight (0.26 l/ton), the NPP exceeded the control by 6–9%. At the same time, in the variants of complex application for seed treatment of Melanoriz at the rate of 1.5 l/ton and Agrolight at the rate of 0.26 l/ton and spraying of crops with Agrolight at the rate of 1.0 l/ha, the highest rates of net photosynthesis productivity are formed, which on average, they exceed the control by 15%. Close correlations were found between the net productivity of photosynthesis, the content of whole grain chlorophyll in the leaves of oat plants, and the intensity of respiration ($r = 0.69, 0.76$, respectively).

The use of whole-grain oat microbial preparation in crops Melanoriz separately and in combination with the plant growth regulator, Agrolight contributed to the activation of the vital activity of certain groups of microorganisms in the rhizosphere of whole-grain oats. The highest number of individual groups of microorganisms was noted for the complex use of Melanoriz (1.0–1.5 l/ton) and Agrolight (0.26 l/ton + 1.0 l/ha), where the average excess over the years of research and phases of development culture was 24–55% (total number of bacteria), 18–42% (micromycetes), 23–34% (nitrifying bacteria), 16–26% (cellulolytic bacteria), 23–41% (*Azotobacter*), 22–35% (*Clostridium rasteurianum*).

It has been established that the highest grain yield is formed by sowing whole-grain oats for seed treatment before sowing with Melanoriz at the rate of 1.5 l/ton combined with Agrolight at the rate of 0.26 l/ton with subsequent spraying of crops with Agrolight at the rate of 1.0 l/ha, which provides an increase in grain at the level of 0.81 ton/ha with an increase of 13% in the weight index of

1000 grains, 7% in grain nature, 1.6% in grain protein content, and 6.8% in starch content. The use of this composition of drugs ensures the formation of additional profit at the level of 4,647 UAH/ha at a profitability level of 170%, payback of additional costs — 4.1 times and energy efficiency coefficient — 3.4.

To increase the productivity and quality of whole-grain oat grain in its cultivation technologies it is recommended to use a mixture of the microbial preparation Melanoriz at the rate of 1.5 l/ton (the total number of viable microorganisms is 2.5×10^7 CFU/cm³) with plant growth regulator Agrolight at the rate of 0.26 l/ton for pre-sowing seed treatment and Agrolight at the rate of 1.0 l/ha — for spraying crops against this background in the tillering phase of the crop.

Key words: physiological justification, integrated action, whole-grain oats, plant growth regulator, microbial preparation.

REFERENCES ON THE THEME OF THE DISSERTATION

Works in which the main scientific results of the dissertation are published:

1. Karpenko V.P., Marchenko K.Yu. The activity of antioxidant enzymes in whole-grain oat plants under the action of a microbial preparation and a plant growth regulator. Collection of scientific papers of the Uman National University of Horticulture. Uman 2020. Issue 96. Part 1. P. 9–23.
2. Karpenko V.P., Marchenko K.Yu. Formation of separate physiological and biochemical indicators of whole-grain oats under the action of the microbial preparation Melanoriz and plant growth regulator Agrolight. Taurian Scientific Herald. Kherson State Agrarian and Economic University. Kherson. 2021. Issue 118. P. 105–113.
3. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hullless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agriculture. 2021. No. 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.
4. Marchenko K. Yu. The number of individual groups of the microbiota of the rhizosphere of whole-grain oats with the use of biological preparations. Herald of the Uman National University of Horticulture. Uman 2021. Issue 2. P. 37–41.

5. Marchenko K. Yu. Chlorophyll content and net photosynthetic productivity of whole-grain oats under the action of biological preparations. Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection. Kherson: "Helvetika" publishing house. 2022. Issue 77. P. 62–67.

Works certifying the approval of the dissertation materials:

6. Marchenko K. Yu. The activity of catalase, polyphenol oxidase and peroxidase in whole-grain oat leaves with the use of a microbial preparation and a plant growth regulator. The 8th International scientific and practical conference "Actual trends of modern scientific research" (March 14–16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P. 27–31.

7. Marchenko K. Yu. Activity of individual enzymes of the oxidoreductase class in whole-grain oat plants with the use of biological preparations. The 5th International scientific and practical conference "European scientific discussions" (March 28–30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome. Italy. 2021. P. 45–48.

8. Marchenko K. Yu. Photosynthetic productivity of whole-grain oat crops under the influence of biological preparations. Breeding, genetics and technologies of growing crops. Materials of the 9th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists (Tsentrally village, April 23, 2021). Tsentrally village. Ukraine. 2021. P. 72–73. URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua>.

9. Karpenko V. P., Marchenko K. Yu. Formation of whole grain oat biomass under the action of biological preparations. All-Ukrainian scientific Internet conference "Modern problems of biology in the conditions of climate change" (Uman, June 25, 2021). Uman 2021. P. 16.

10. Marchenko K. Yu. The content of chlorophyll in whole-grain oat leaves is under the influence of biological preparations. Modern science: state and prospects of development. materials of the 4th All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists on the occasion of the Agricultural Worker's Day, November 17, 2021, Kherson. P. 80–84.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ.....	24
ВСТУП.....	25
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ ТА ҐРУНТІ (огляд літератури).....	31
1.1. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та мікробіологічна активність ґрунту за обробки посівів біологічними препаратами різного призначення	31
1.2. Продуктивність посівів зернових культур, у тому числі й вівса голозерного, за дії біологічних препаратів	46
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	53
2.1. Місце проведення досліджень.....	53
2.2. Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень	54
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень.....	59
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГІЧНО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ.....	67
3.1. Антиоксидантна ферментативна система.....	67
3.2. Формування пігментного комплексу листкового апарату	78
3.3. Інтенсивність дихання	85
3.4. Анатомо-морфологічні зміни в листковому апараті	89
3.5. Формування площі листкового апарату.....	97

3.6. Динаміка ростових процесів.....	103
3.7. Чиста продуктивність фотосинтезу.....	109
РОЗДІЛ 4. АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРНОЇ МІКРОБІОТИ ПОСІВІВ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ.....	116
4.1. Загальна чисельність основних таксономічних груп мікробіоти.....	116
4.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп	122
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ У ПОСІВАХ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО	132
5.1. Урожайність і якість зерна	132
5.2. Економічна і біоенергетична ефективність.....	138
ВИСНОВКИ.....	145
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	147
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
ДОДАТКИ.....	185

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АОС – антиоксидантна система

АТФ – аденозинтрифосфат

АФК – активні форми кисню

КУО – колонієутворюючі одиниці

Км – коефіцієнт морфоструктури

МПА – м'ясопептонний агар

МПБ – м'ясопептонний бульйон

ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів

РРР – регулятор росту рослин

ФАР – фотосинтетична активна радіація

Хл – хлорофіл

Хл *a* – хлорофіл *a*

Хл *b* – хлорофіл *b*

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

ВВСН (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und der Chemischen Industrie) – шкала фенологічних фаз розвитку рослин

ВСТУП

У світовому виробництві зерна овес займає п'яте місце після таких культур як пшениця, рис, кукурудза і ячмінь. Він маловибагливий до ґрунтів, має порівняно короткий вегетаційний період, тому широко вирощується в країнах з помірним кліматом. В останні роки попит на овес зріс у напрямку отримання харчових продуктів здорового і дієтичного харчування. У його зерні в середньому міститься: білку – 15,3%, крохмалю – 40,8%, жиру – 4,7%, золи – 4,1%, цукру – 2,4%, вітаміни В1 і В2. У зв'язку з цим, особливий інтерес виявляється до вівса голозерного, який має покращену якість, зокрема, вищу порівняно з півчастим натурою зерна і вміст поживних речовин. Відсутність плівок у даного виду вівса дозволяє істотно зменшити витрати на його лущення і утилізацію відходів [1–4].

Зважаючи на широке використання вівса голозерного в харчовій галузі, актуальною є проблема розробки технологій його вирощування з мінімальним хімічним впливом на навколишнє середовище, що може бути реалізовано шляхом впровадження у технології вирощування культури сучасних біологічних препаратів, у тому числі регуляторів росту рослин природнього походження і мікробних препаратів. Дані препарати підвищують імунізаційні властивості рослин, їх стійкість до стресових чинників абіотичного і біотичного походження за зниженої негативної дії високотоксичних хімічних засобів захисту та добрив [5–7].

Упровадження біологічних препаратів різних груп у технології вирощування сільськогосподарських культур є вагомим кроком до посилення екологічного балансу агроєкосистем [8], також вони виявляють активний вплив на проходження фізіолого-біохімічних реакцій у рослинах – від сходів до збирання врожаю, покращуючи ріст і розвиток рослин [9–11]. У зв'язку з цим, особливого значення набуває розробка маловитратних, екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур [12] з

використанням мікробних препаратів і регуляторів росту рослин, особливо за різних способів їх поєднання.

Актуальність теми. Для забезпечення населення продуктами харчування і тваринництва кормами необхідно невідпинно нарощувати виробництво зерна, чого неможливо досягти без удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур та розробки їх окремих елементів, підґрунтям для яких слугує стимулювання проходження біологічних процесів у рослинах і ґрунті та більш повна реалізація потенційної продуктивності посівів [13, 14]. У цьому аспекті нині значної уваги заслуговує використання в агроценозах мікробних препаратів і регуляторів росту рослин, які є науково обґрунтованим чинником екзогенного регулювання морфобіологічних особливостей розвитку рослин і їх життєдіяльності [15–17].

Особливо значення даних препаратів зростає в умовах зменшення використання засобів захисту рослин і добрив, що слугує підґрунтям до біологізації галузі рослинництва і виробництва продукції екологічного (органічного) спрямування [18, 19]. Розробка біологізованих технологій або окремих їх елементів входила в коло наукових інтересів багатьох вчених – З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенка, О. І. Терек, С. П. Пономаренка, В. П. Патики, С. В. Пиди, Г. А. Карпової та ін. Проте окремі елементи застосування мікробних препаратів і регуляторів росту рослин у технології вирощування вівса голозерного, які б ґрунтувались на всебічному врахуванні біологічних змін у рослинах і ґрунті, в нинішніх умовах є невивченими, що в напрямку одержання високих врожаїв екологічно безпечної продукції є вкрай актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є результатом виконання автором у 2019–2021 рр. наукової роботи, що була складовою тематики досліджень кафедри біології Уманського національного університету садівництва «Розробка новітніх технологій виробництва зернових культур у сівозміні при застосуванні

гербицидів, рістрегулюючих речовин і мікробіологічних препаратів» (номер державної реєстрації 0105U00560), що входить у Програму наукових досліджень університету «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. З'ясувати комплексну дію мікробного препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт на проходження фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, продукційних змін в рослинах вівса голозерного і мікробіологічних – у ґрунті та розробити і впровадити у виробництво науково обґрунтовані заходи з їх використання.

Відповідно до поставленої мети передбачалося вирішити наступні завдання:

- дослідити фізіолого-біохімічні зміни в рослинах вівса голозерного (активність основних антиоксидантних ферментів, формування пігментного комплексу, зміни інтенсивності дихання тощо) за використання різних норм мікробного препарату Меланоріз, внесених за різних способів використання регулятора росту рослин Агролайт;

- встановити зміни в анатомо-морфологічній будові епідермісу листків вівса голозерного за дії Меланорізу і Агролайту та з'ясувати їх вплив на формування площі листкового апарату, динаміку ростових процесів та фотосинтетичну продуктивність посівів;

- з'ясувати вплив досліджуваних препаратів на активність та кількісний і якісний склад ризосферної мікробіоти;

- оцінити вплив застосування різних норм мікробного препарату Меланоріз за різних способів використання регулятора росту рослин Агролайт на формування продуктивності посівів вівса голозерного і якості одержаного врожаю;

- дати економічне й енергетичне обґрунтування комплексному застосуванню досліджуваних біологічних препаратів у технології

виращування вівса голозерного та розробити і впровадити у виробництво науково обґрунтовані заходи з їх застосування.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси, анатомо-морфологічні зміни в рослинах, мікробіологічні – в ґрунті та продуктивність посівів вівса голозерного за комплексного використання мікробного препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт.

Предмет дослідження – овес голозерний сорту Мирсем, мікробний препарат Меланоріз та регулятор росту рослин Агролайт.

Методи дослідження. Польовий – закладання досліду в польових умовах для з'ясування ефективності дії різних норм мікробного препарату Меланоріз за різних способів застосування регулятора росту рослин Агролайт.

Лабораторний – дослідження фізіолого-біохімічними, анатомо-морфологічними та мікробіологічними методами кількісних і якісних змін у рослинах вівса голозерного і ґрунті.

Вегетаційний – закладання дослідів у суворо контрольованих умовах з метою детальнішого з'ясування особливостей дії препаратів на фізіологічні, біохімічні та інші процеси в рослинах вівса голозерного.

Статистичний – встановлення за результатами дисперсійного та кореляційного аналізів достовірності отриманих результатів досліджень і залежностей між досліджуваними показниками.

Економіко-математичний – для розрахунків економічної ефективності використання препаратів.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна роботи полягає у встановленні фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних та продукційних змін у рослинах вівса голозерного і мікробіологічних – у ґрунті за комплексного використання мікробного препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт.

Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України досліджено дію різних норм мікробного препарату Меланоріз, внесених за різних способів

використання регулятора росту рослин Агролайт, на підвищення активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз (у середньому на 4–64%), зростання вмісту фотосинтезуючих пігментів (1–17%) та інтенсивності дихання (3–29%), формування більшої фотоактивної асиміляційної поверхні рослин (2–26%), що в цілому забезпечило активізацію на 2–15% фотосинтетичної продуктивності фотосинтезу посівів і на 2–42% – активність мікробних угруповань посівів.

Доведено, що за комплексного застосування мікробного препарату і регулятора росту рослин формується структура посівів вівса голозерного мезоморфного типу, яка на 18–27% за продуктивністю перевищує посіви, де біологічні препарати не застосовували.

Вперше вивчено комплексну дію біологічних препаратів на формування якісних показників зерна вівса голозерного та обґрунтовано їх значення у виробництві екологічно чистої продукції з високими споживчими показниками.

За результатами досліджень розроблені екологічно безпечні заходи із застосування мікробного препарату Меланоріз, внесеного за різних способів використання регулятора росту рослин Агролайт, у посівах вівса голозерного, які дозволяють підвищити продуктивність культури і забезпечити населення України високоякісним зерном.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами експериментальних досліджень доведено можливість комплексного застосування в посівах вівса голозерного біологічних препаратів з метою підвищення продуктивності посівів і покращення якості зерна.

Науково обґрунтовані результати досліджень пройшли виробничу перевірку в технологіях вирощування вівса голозерного в господарствах: ФГ «Шутко» Благовіщенського району Кіровоградської області (акт впровадження від 10.01.2022 року, Додаток Ж) і ФГ «Кримяне» Уманського району Черкаської області (акт впровадження від 5.01.2022 року, Додаток К)

на загальній площі 54 га, де забезпечили одержання високого економічного прибутку.

Матеріали дисертаційної роботи апробовані при викладанні дисциплін «Фізіологія рослин», «Біологія», «Біохімія», «Мікробіологія» в Уманському національному університеті садівництва.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному опрацюванні наукової літератури за темою дисертації, оволодінні необхідними методиками досліджень, виконанні польових, вегетаційних і лабораторних досліджень, узагальненні отриманих результатів, формуванні основних положень дисертаційної роботи, написанні наукових статей та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів досліджень. Основні положення, що викладені в дисертації, доповідались і обговорювались на щорічних засіданнях кафедри біології Уманського національного університету садівництва, а також наукових конференціях: The 8th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research” (Germany, 2021); The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (Italy, 2021); IX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 2021); Всеукраїнській науковій Інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату» (Умань, 2021); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (Херсон, 2021).

Публікації. Матеріали дисертації висвітлено в 10 наукових працях, серед яких: 4 статті у фахових виданнях України, 1 стаття в іноземному виданні, 5 тез доповідей на конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 213 сторінках машинописного тексту, в т. ч. 144 – основного тексту, включаючи 25 таблиць і 2 рисунки. Вона складається з анотації, вступу, п’яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 320 найменувань, з них 40 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ ТА ҐРУНТІ (огляд літератури)

1.1. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та мікробіологічна активність ґрунту за обробки посівів біологічними препаратами різного призначення

Нині актуальною проблемою сучасної аграрної галузі є розробка нових ефективних технологій вирощування рослин, за допомогою яких можливо знизити забруднення навколишнього середовища та отримати екологічно безпечну сільськогосподарську продукцію. У цьому напрямку важливого значення набуває створення і впровадження у виробництво мікробних препаратів (МБП) та регуляторів росту рослин (РРР) природного походження, які дозволяють активізувати основні фізіолого-біохімічні процеси в культурних рослинах, мікробіологічні – в ґрунті, забезпечують підвищення імунізаційних властивостей рослин до стресових чинників абіотичного та біотичного походження [20–22].

В сучасних технологіях виробництва продукції рослинництва біологічні препарати, виявляють високу фізіологічну активність навіть за відносно малих норм використання. За своєю природою ці препарати можуть активно впливати на мікробіологічну активність ґрунту, бути аналогами фітогормонів або речовинами здатними змінювати гормональний статус рослин, впливаючи на біосинтез, транспірацію тощо [23–26]. До них належать природні і синтетичні органічні сполуки, які можуть викликати стимулювальну або пригнічувальну дію на ріст і морфогенез рослин. Регулятори росту рослин одержують природнім, хімічним або

мікробіологічним шляхом. З фізіологічної точки зору вони є аналогами ендогенних фітогормонів, що можуть впливати на біосинтез і функціонування гормонів рослин. Їх застосовують з метою впливу на процеси росту, розвитку і життєдіяльності рослин, з метою стимулювання врожайності і поліпшення якості зерна [27–29].

Різні технології застосування мікробних препаратів і регуляторів росту рослин мають свої позитивні і негативні сторони. Зокрема, допосівна обробка насіння має ті переваги, що препарати з моменту потрапляння на зерно починають працювати на розвиток кореневої системи рослин і таку обробку можна здійснювати разом з протруйниками та плівкоутворювачами завчасно на насіннєвих заводах або в господарствах. Водночас обприскування посівів регуляторами росту рослин є ефективним у стимулюванні ростових і продукційних процесів в окремі фази розвитку, які встановлюються для кожної сільськогосподарської культури експериментально. Застосування біологічних препаратів можливе як у їх бакових сумішах, так і в комплексі з засобами захисту рослин, що може підсилювати дію одних іншими [30–32].

Вченими встановлено, що біологічні препарати з регуляторними та біозахисними властивостями є індукторами стійкості рослин [33–36]. Водночас увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів підвищення антиоксидантного статусу рослин. З цією метою пропонується застосовувати регулятори росту рослин, мікробні препарати та інші засоби як синтетичні, так і природні, що мають рістстимулювальні властивості [37]. Встановлено, що екзогенні антиоксиданти підвищують стійкість рослин до стресів біотичної і абіотичної природи шляхом активізації антиоксидантного захисту рослин до окисного стресу та інших ефектів, пов'язаних із генерацією активних форм кисню АФК [38]. Негативне значення АФК пов'язане з реагуванням їх з білками, ліпідами, нуклеїновими кислотами, структурами мембран та макромолекул, що негативно впливає на проходження фізіологічних процесів у рослинах та формування їх продуктивності [39, 40]. Вирішальне значення у нейтралізації АФК

відіграють антиоксидантні системи рослин, що представлені комплексом низькомолекулярних антиоксидантних сполук та ферментів, у тому числі таких як каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза та поліфенолоксидаза [41, 42]. За використання екзогенних регуляторів росту в рослинах простежується зниження реакції пероксидного окиснення ліпідів, збільшується вміст антиоксидантів та підвищується активність антиоксидантних ферментів [43, 44].

Головними каталізаторами біохімічних реакцій виступають ферменти, до складу яких входять молекули білка [45–47]. Тому, наповнюючи рослинну клітину амінокислотами, шляхом застосування РРР і МБП, створюється будівельний матеріал для ферментів, внаслідок чого біохімічні реакції у клітині пришвидшуються у багато разів, рослина починає активно рости й розвиватися [48].

С. Авраменко та ін. [49] стверджують, що природні регулятори росту рослин на основі амінокислот і пептидів пришвидшують процеси синтезу білка і ферментів у рослинах, збільшують забезпеченість рослин енергією, що посилює транспортні процеси по всьому рослинному організмі.

Дослідженнями З. М. Грицаєнко і А. А. Даценко [50] встановлено, що використання МБП Діазобактерин у нормах 150, 175, 200 мл/т та РРР Радостим у нормі 250 мл/т як окремо, так і сумісно, активність антиоксидантних ферментів у рослинах гречки зростала, водночас найвищою вона була за обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин (200 мл/т) і Радостим (250 мл/т) та обприскування посівів Радостимом (50 мл/га), що перевищувало контроль по каталазі на 101%, по пероксидазі – 28% та по поліфенолоксидазі – 65%.

У досліджах В. П. Карпенка та Д. І. Просянкіна [51] було встановлено, що за дії композиції РРР Альбіт (40 мл/т + 40 мл/га) вміст у листках вівса голозерного глутатіону підвищувався у порівнянні з контролем на 208% на п'яту добу дослідження, а вміст малонового діальдегіду – на 11% відповідно.

Доведено, що регулятори росту рослин та мікробні препарати позитивно впливають на активність ферментів окисно-відновного характеру дії в рослинах ячменю ярого [52], ячменю озимого [53], пшениці полби [54], тритикале озимого [55], пшениці озимої [56], соризу [57], гороху [58], проте функціонування антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного за комплексної і розрізненої дії мікробних препаратів і регуляторів росту рослин практично не досліджувалося.

Відомо, що продуктивність будь-якої сільськогосподарської культури, в тому числі й вівса голозерного, визначається інтенсивністю фотосинтезу – процесу перетворення сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків органічної речовини за допомогою зеленого пігменту рослин – хлорофілу. Тому концентрація цих пігментів на одиницю площі чи одиницю маси є важливим фізіологічним показником і може слугувати індикатором забезпеченості посівів елементами живлення [59, 60]. Фотосинтетична діяльність рослин також залежить від комплексу таких факторів – зовнішніх (волога, світло, температура повітря, внесення добрив, засобів захисту рослин, біопрепаратів тощо) та внутрішніх (генетичним потенціалом рослин) [61–64].

Дослідами Т. С. Лебедєвої [65] доведено, що у проростках вівса за три доби оновлюється 90% хлорофілу, у рослин у віці 25 днів за 2 доби оновлюються 39,7%, а під час викидання волоті – 25% хлорофілу. Цей процес обумовлений як генетичними факторами, так і умовами вирощування культури.

У низці досліджень [66, 67] доведена позитивна дія сумісного застосування мікробних препаратів і регуляторів росту рослин на вміст хлорофілу в листках сільськогосподарських рослин. Так, за даними З. М. Грицаєнко, А. А. Даценко [66] найактивніше накопичення суми хлорофілів *a* і *b* в листках рослин гречки проходило у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів МБП Діазобактерин (200 мл/т) і РРР Радостим (250 мл/т) за наступного обприскування посів Радостимом (50 мл/га), де перевищення до контролю складало 30%. Внесення у посівах соняшника

регулятора росту рослин Радостим (20 мл/га) по фоні обробки насіння перед сівбою цим же РРР у нормі (250 мл/т) призводило до підвищення вмісту хлорофілів *a* і *b* в листках на 5% [67].

За даними досліджень Ю. О. Черницького [68], обробка насіння пшениці озимої мікробним препаратом Хетомік (1,0 кг/т) сприяла збільшенню вмісту хлорофілу *a* у листках на 43–68%. Поряд з цим, поєднання інкрустації насіння та обприскування посівів буряка цукрового сорту Носівський Кристаліном (10 г/т, 10 г/га), підвищувало сумарне накопичення хлорофілів у листках рослин порівняно з контролем на 69% [69].

Дослідженнями Л. Д. Романчук та О. В. Зінченка [70] з вивчення дії регуляторів росту рослин Регоплант, Агростимулін і Емістим (кореневища рослин перед садінням обприскувались розчинами даних РРР концентрацією 0,02%) на міскантусі встановлено, що всі досліджувані препарати сприяли збільшенню вмісту хлорофілу в листках за одночасного позитивного впливу на ріст рослин і розвиток листового апарату.

В. П. Карпенко та С. С. Шутко [71] в своїх дослідках із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант у нормах 50 мл/га і 250 мл/т у посівах соризу дійшли висновку, що вміст фотосинтетичних пігментів у листках культури у відношенні до контролю зростав в залежності від норми та способу використання РРР на 9% і 12%.

О. І. Заболотний, А. В. Заболотна [72] констатують, що для зменшення негативного впливу гербіцидів на сільськогосподарські культури доцільно поєднувати їх застосування з біологічними препаратами, під впливом яких посилюються обмінні процеси в рослинах, а збільшення вмісту хлорофілу при цьому в листках забезпечує зростання врожайності. Доведено, що при застосуванні РРР Емістим С (10 мл/га) вміст зелених пігментів у рослинах пшениці ярої зростав в середньому на 13%.

Численними науковими дослідженнями доведено, що у більшості випадків регулятори росту рослин та мікробні препарати стимулюють нагромадження рослинами хлорофілу та підвищують фотосинтетичну

активність хлоропластів [73]. Це доведено з використанням Вуксал БІО Vita (1,0 л/т) на пшениці полбі [74], Агrostимуліну (25 мл/га) на пшениці озимій [75], Біолану (10 мл/га) на тритикале озимому [42], Емістиму С (20 мл/га) на сої [77] та інших біологічно активних речовин на різних сільськогосподарських культурах [78–82].

Процеси поділу і росту клітин органів рослини, а також продукційні процеси, вимагають безперервних затрат енергії, що утворюється за рахунок процесу дихання. Даний фізіологічний процес є джерелом основних метаболітів, які слугують вихідним матеріалом для різноманітних реакцій. З одного боку, в процесі дихання витрачається асимільований вуглець, з іншого – дихання є джерелом енергетичних і відновлювальних еквівалентів, а також – вуглецевих скелетів для низки важливих біосинтетичних шляхів вторинного метаболізму [83–85].

Дослідженнями встановлено [86], що застосування регуляторів росту рослин Агропон С (10 мл/т) та Альбіт (30 мл/т) сприяло зростанню інтенсивності дихання проростків пшениці озимої порівняно з контролем на 13–88 мкл O_2 /год, що свідчить про позитивний вплив на ростові і обмінні процеси в рослинах даного препарату.

З. М. Грицаєнко та А. В. Заболотна [87] констатують, що інтенсивність дихання рослин пшениці ярої за дії РРР Емістим С у нормі 10 мл/га підвищувалась на 12% проти контролю. Позитивний вплив на інтенсивність дихання рослин було відмічено й в посівах гречки за використання мікробного препарату Діазобактерин (150–200 мл/т) та регулятора росту рослин Радостим (50 мл/га). Зокрема, за внесення РРР Радостим на фоні обробки насіння МБП Діазобактерином у вищенаведених нормах інтенсивність дихання рослин зростала до 0,80–0,83 мг виділеного CO_2 /г сирової маси за 1 годину, що перевищувало контроль на 8–12% [88].

Біологічні препарати можуть впливати на основні процеси життєдіяльності рослин, зокрема й на формування анатомічної будови

листіків, яка відображає реакцію рослин на умови вирощування та від якої залежить формування відповідної будови листкового апарату [89–91].

Стан анатомо-морфологічної структури різних сільськогосподарських рослин на тканинному і клітинному рівнях та зміни, що виникають у них під впливом екзогенної регуляції продукційних процесів, досліджували багато вчених [92–95]. Водночас, у переважній більшості досліджень вони констатують позитивну динаміку, яка відображається у формуванні оптимальної анатомічної структури сільськогосподарських культур, що забезпечує формування високої продуктивності посівів.

Дані окремих науковців [96–98] свідчать, що за використання у посівах сільськогосподарських культур регуляторів росту рослин і мікробних препаратів, у тому числі на основі штамів асоціативних азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій (Агат-25К (20 мл/га), Агросимулін (10 мл/га), Діазофіт (200 г/т), Флавобактерин (0,5 л/т) та ін.) підвищується мітотична активність рослинних меристем. Зокрема, інокуляція рослин пшениці ярої діазотрофами роду *Azospirillum* сприяє збільшенню розмірів клітин мезофілу і кількості хлоропластів у них [99].

Літературні джерела також свідчать про вплив на анатомічну і морфологічну будову рослин екзогенних регуляторів росту рослин [96]. Зокрема за комплексної дії ТУРу (0,6 л/га) з мікроелементами доведено збільшення кількості судинно-волокнистих пучків у томатів [100], Бензіхолу (0,01% розчин) – в тритикалі [101]. За використання мікробного препарату Діазобактерин (175 мл/га норму насіння) і регулятора росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою та обприскування посівів РРР Радостимом у нормі 50 мл/га, у рослин гречки простежувалося зменшення числа клітин епідермісу на одиниці поверхні листка, але при цьому значно зростала їх площа [102].

Дослідженнями доведено [103], що обробка рослин гороху 0,2 mM водним розчином Параквату може порушувати клітинну організацію листка та зменшувати міжклітинний простір і розміри клітин, у тому числі й

епідермальних. Застосування РРР Гетероауксин (0,2 г/л) на рослинах квасолі збільшувало товщину листків (за рахунок збільшення асиміляційної тканини), зростала кількість клітин епідермісу, кількість продихів та їх площа, що пов'язано з дією Гетероауксину на меристематичні тканини на етапі поділу, розтягування клітин та формування їхніх розмірів [104].

За даними З. М. Грицаєнко та Ю. І. Івасюк [105], застосування гербіциду Фабіан у нормі 90 г/га сумісно з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/т на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофит у нормі 100 мл/т з Регоплантом у нормі 100 мл/т сприяло формуванню мезоморфних ознак листового апарату сої: зростали розміри епідермальних клітин та загальна площа листового апарату посівів.

Більшість науковців [106–110] відмічали значний вплив на формування анатомічної і морфологічної будови сільськогосподарських рослин РРР і МБП, які зумовлювали збільшення розмірів клітин епідермісу листка та довжини продихових щілин, що відповідало формуванню оптимального за площею і продуктивністю листового апарату рослин.

Формування рослинами оптимального за площею листового апарату має велике значення для ефективної фотосинтетичної діяльності посівів [111, 112]. Біологічне значення розмірів листової поверхні полягає в тому, що від нього залежить ступінь поглинання посівами фотосинтетичної активної радіації (ФАР). Для оптимального проходження фотосинтезу посіви повинні мати певну площу листової поверхні, тепловий і водний баланс у всій біосфері [113, 114]. На думку А. А. Ничипоровича [115], високу врожайність вівса та інших зернових культур можна отримати, якщо площа листків рослин знаходиться у межах 30–40 тис. м²/га.

Позитивний вплив використання біопрепаратів Байкал ЕМ-1 (20 мл/га) та Екозорф (200 г/га) було відмічено в посівах гречки. Зокрема, зростання площі листової поверхні за використання цих препаратів становило 43,2 і 50,5 тис./м² відповідно. При цьому підвищувався вміст хлорофілу в листках, а коефіцієнт використання ФАР посівами гречки становив 2,6–2,7% [116].

Численні дослідження та науково-виробничі перевірки свідчать, що застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів є важливим елементом екологічно безпечних ресурсоощадливих технологій вирощування сільськогосподарських культур, який сприяє прискоренню біохімічних процесів в рослинах та більш інтенсивному росту рослин, зокрема – підвищенню польової схожості, більш ранній появі сходів, збільшенню кількості клітин у листку в 1,4 рази і, як результат – площі листової поверхні – на 8–21% та у – 1,6 разів інтенсивності фотосинтезу рослин, що зумовлює зростання урожайності зерна на 0,20–0,92 т/га або від 4 до 22% і поліпшення його якості, зокрема підвищення вмісту сирого протеїну на 2–4% [96, 102, 117–119].

Л. Ф. Підан [120], вивчаючи вплив різних норм і способів застосування РРР Агролайт (20 мл/га і 250 мл/т) на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соняшника, встановила, що досліджуваний препарат стимулював наростання листової поверхні рослин на 5–6%. Аналогічні результати було одержано за використання в посівах гречки МБП Меланоріз (150–200 мл/т) та РРР Агролайт (50 мл/га), які стимулювали збільшення асиміляційної поверхні листків у порівнянні з контролем на 6–10% [121].

Н. В. Безлер та ін. [122] відмічають, що за дії препарату Бензіхол у концентрації 0,0005% площа фотосинтетичної поверхні ячменю ярого збільшується на 2,4 см².

Відомо, що під впливом регуляторів росту рослин і мікробних препаратів відбуваються морфофізіологічні та біохімічні зміни у рослинному організмі. Зокрема, спостерігаються зміни у лінійних розмірах стебла, розвитку механічних тканин та провідної системи. За дії препаратів зазнає змін будова листового апарату та покращується стійкість рослин до несприятливих чинників зовнішнього середовища [123, 124].

За даними Т. І. Рогач [125] застосування суміші Хлормекватхлориду (в концентрації 0,25%) та Трептолему (10 мл/га) суттєво впливало на морфометричні показники рослин соняшнику сорту Флагман. Суміш

препаратів збільшувала суху масу рослин, площу листкової поверхні та сприяла потовщенню стебла.

У своїх працях науковці [126–128] вказують, що регулятори росту рослин активізують поглинання рослинами азотистих речовин, завдяки чому листя має темно-зелене забарвлення. При цьому авторами відмічено зростання площі листкової поверхні на 7–13% щодо контролю.

Аналіз сучасних досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених [129–132] доводить, що використання біологічних препаратів як для обробки насіння, так і для посходового застосування в посівах сільськогосподарських рослин є, безперечно, одним з найефективніших і найбезпечніших заходів з покращення ростових процесів і врожайності рослин.

Г. А. Карпова і О. М. Зюзіна [133] повідомляють, що за роздільного та комплексного використання біопрепаратів Мелафен (10 мл/т) + Ризоаргін (300 г/т) + Флавобактерин (300 мл/т) розвиток кореневої системи пшениці ярої перевищував контроль на 47–76% відповідно.

За дії регуляторів росту рослин у посівах сільськогосподарських культур спостерігається посилення інтенсивності ростових процесів. Так, за використання РРР Агростимуліну (20 мл/га) простежувалось збільшення висоти рослин соняшнику гібриду Запорізький 28 на 11–14%. При цьому зростала біомаса рослин, яка складала 28–53 г/рослину проти контролю 48 г/рослину [134].

При створенні оптимальних умов для росту і розвитку сільськогосподарських рослин, особливо кореневої системи, важливе значення відіграють мікробні препарати, при цьому внаслідок впливу фізіологічно активних речовин інтродукованих бактерій на розміри кореневої системи та її поглинальну здатність зростає ступінь засвоєння рослинами азоту з добрив на 19–25% [135, 136].

Під дією РРР прискорюється наростання надземної маси та кореневої системи, а тому більш активно використовуються поживні речовини ґрунту

та мінеральних добрив, зростають захисні властивості рослин, їх стійкість до захворювань, високих та низьких температур, посухи [137, 138].

С. П. Пономаренко та ін., вважають, що при застосуванні Емістиму С (20 мл/т, 20 мл/га) формується більш розгалужена коренева система [139, 140], що сприяє розвитку в зоні росту кореня симбіотичної мікробіоти, яка прискорює процеси росту й розвитку рослин та дозрівання врожаю.

У досліджах В. П. Карпенка та Д. І. Просянкін [141] за внесення в посівах вівса голозерного гербіциду Лонтрел 300 у нормах 0,16–0,66 л/га у сумішах із регулятором росту рослин Альбіт у нормі 0,40 мл/га простежувався більш активний ріст рослин вівса голозерного з перевищенням до контролю на 5–10%, а за внесення даних норм гербіциду на фоні обробки насіння перед сівбою РРР Альбіт у нормі 0,40 мл/т висота рослин у варіантах дослідів перевищувала контроль на 7–10% відповідно.

У досліджах А. С. Меркушеної [142] встановлено, що за передпосівної обробки насіння гороху Емістимом С (20 мл/га) інтенсивність ростових процесів підсилювалась, що виражалось в інтенсифікації приросту висоти рослин за добу до 1,13–1,22 см.

Вченими також доведено, що використання регуляторів росту рослин у бакових сумішах з гербіцидами [57, 132, 143] та на фоні застосування мікробних препаратів [144–146], забезпечує підвищення стійкості культурних рослин до стресових факторів і сприяє активізації ростових і продуктивних процесів.

У дослідженнях О. В. Голодриги і співавт. [147], передпосівна обробка насіння регулятором росту рослин Біолан (20 мл/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (7,0 л/т) забезпечувала оптимізацію схожості й росту рослин сої, стимулювала накопичення маси надземними і підземними органами рослин та сприяла формуванню потужної фотоасиміляційної листової поверхні.

М. Ю. Петров та ін. [148] встановили позитивний вплив роздільного застосування регуляторів росту рослин Сілк (10 мл/га) і Флор Гумат (0,5 л/га)

на фотосинтетичну продуктивність посівів пшениці ярої, формування площі листків та наростання сухої біомаси рослин.

О. В. Бочевар [149] повідомляє, що у фазі колосіння надземна маса рослин ячменю ярого, насіння яких було оброблено регулятором росту Агат-25К (40 г/т), становила у сорту Адапт – 10,4 т/га, сорту Галактик – 9,9 т/га, що перевищувало контрольні показники відповідно на 1,16 і 1,06 т/га.

Л. А. Бадовська та ін. [150] повідомляють, що передпосівна обробка насіння кукурудзи регулятором росту рослин Кротонолактом підвищувала енергію проростання в середньому на 10%. При цьому активізувався ріст кореневої системи, підвищувалась життєздатність проростків, збільшувалась площа листкового апарату та поліпшувалась структура врожаю.

За даними І. М. Мандзюка та ін. [151], застосування РРР Радіфарм (25 мл/т) за обробки насіння пшениці озимої сорту Смуглянка значно стимулювало в початковий період вегетації культури ріст кореневої системи, внаслідок чого довжина коренів збільшувалась на 20–22%, а довжина паростків – на 18–54% у порівнянні з варіантами без використання РРР.

Дослідження науковців [152–156] також свідчать, що використання регуляторів росту рослин окремо та на фоні застосування мікробних препаратів, забезпечує підвищення стійкості культурних рослин до стресових чинників і сприяє активізації ростових і продукційних процесів.

Важливим питанням, що визначає можливості максимального накопичення рослинами органічної речовини (до 90–95% сухої маси врожаю), є процес фотосинтезу, якому належить провідна роль серед чинників, що визначають продуктивність сільськогосподарських культур [157, 158]. Доведено, що активізація основних процесів фотосинтезу, поліпшення умов росту і розвитку рослин та посилення стійкості до фітопатогенів забезпечують зростання урожайності сільськогосподарських культур на 5–20% [159–162].

Темпи утворення органічної речовини на одиницю листової поверхні та її втрати внаслідок процесу дихання, відмирання та часткового опадання

листіків протягом вегетації культури значно впливають на формування чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) [163].

За даними З. М. Грицаєнко та Р. М. Притуляка [164], у посівах тритикале озимого рівень показників чистої продуктивності фотосинтезу залежав від застосування регулятора росту рослин Біолан у нормі 10 мл/га, де ЧПФ перевищувало контроль на 2–5%.

Дослідженнями встановлено [165], що використання гумату натрію для обробки насіння тритикале ярого (0,5 л/т) і внесення його по вегетуючих рослинах (0,5 л/га) забезпечувало зростання чистої продуктивності фотосинтезу проти контролю на 6–10%. За комплексного застосування препаратів гумату натрію (0,5 л/т) та Акваміксу (1,0 кг/га) для передпосівної обробки насіння тритикале ярого фотосинтетична продуктивність рослин зростала проти контролю на 22%.

За даними З. М. Грицаєнко і А. О. Чернеги [166], при застосуванні гербіциду Калібр 75 у нормі 50 г/га чиста продуктивність фотосинтезу рослин ячменю озимого перевищувала контрольний варіант на 6%, а при сумісному внесенні з РРР Біолан (10 мл/га) цей показник збільшувався до 9%.

Коренева система рослин, як відомо, знаходиться в оточенні ґрунтових мікроорганізмів, які утворюють своєрідний «чохол» – ризосферу, і є трофічними посередниками між ґрунтом і рослиною. Ризосферні мікроорганізми перетворюють недоступні для рослин сполуки у мобільні, оптимальні для метаболізму. Слід також констатувати, що рослини не в змозі забезпечити проникнення коріння до всіх ґрунтових агрегатів, на яких адсорбовано поживні речовини. В цьому їм активно допомагають мікроорганізми [167, 168].

У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів [169–172]. Так, О. В. Шерстобоева [173], повідомляє, що використання біопрепаратів, основою більшості яких є діазотрофи, сприяє зростанню в 1,5

раза кількості азотфіксувальних бактерій у ризосфері ячменю, сорго і пшениці озимої.

Раціональне використання природних речовин, біологічних препаратів є теоритично-концептуальною базою для створення біо- і мікробіологічного методів захисту рослин від шкідників та хвороб. Останні складають унікальний екологічний напрямок нової стратегії захисту рослин, який в ідеалі повинен привести до встановлення постійного саморегулюючого процесу розвитку природи [172, 174–176].

За даними досліджень Г. А. Карпової [177], інокуляція насіння МБП Ризоагрин (0,6 кг/га норму насіння), Флавобактерин (0,5 л/га норму насіння) та РРР Мелафен (10 мл/т) стимулює ріст та розвиток кореневої системи рослин пшениці та ячменю за рахунок активізації початкових фізіолого-біохімічних процесів при проростанні насіння. Так, максимальний ефект стимулювальної дії комплексного застосування біопрепаратів відмічено у фазі колосіння та молочної стиглості, де перевищення контрольних варіантів складало 39–42% у рослин пшениці і 13–22% – ячменю.

Інокуляція насіння асоціативними мікроорганізмами дозволяє підсилити кореневі виділення, збільшити біомасу і поглинальну поверхню коренів, стимулює надходження в корені NO_3 , H_2PO_4 і K^+ . Мікроорганізми здатні інгібувати розвиток патогенної мікробіоти через продукування антибіотиків [178].

Позитивний вплив на вірулентність бульбочкових бактерій у ризосфері сої відмічено О. О. Алексєєвим та В. П. Патиною [179] за передпосівної інокуляції насіння бактеріями штамами *Bradyrhizobium japonicum* М8 та 634Б.

Експериментальними дослідженнями Н. Ю. Мацай [180] встановлені зміни в кількості мікроорганізмів та целюлозолітичній активності ґрунту за використання мікробного препарату Діазофіт (200 г/т), на основі асоціативних азотфіксаторів, при вирощуванні ячменю ярого та кукурудзи. Зокрема, загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин зростала

на 25–28%, кількість амоніфікувальних, нітрифікувальних, азотфіксаторів – на 12–19% та на 17–28% збільшувалася целюлозоруйнівна активність ґрунту.

Г. О. Іутинська [181] повідомляє, що інокуляція насіння сої штамом бактерій *B. japonicum* 71Т сприяє підвищенню азотфіксувальної активності у 4,5 рази. При цьому використання регулятора росту рослин Емістим С на фоні інокуляції насіння підсилює органогенез бульбочок, а завдяки дії РРР Еней, маса бульбочок збільшувалася у 2,7 рази, азотфіксувальна активність – у 1,5 рази порівняно із інокульованим контролем.

З. М. Грицаєнко і А. О. Чернега [182] повідомляють, що застосування в посівах ячменю озимого гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га сумісно з Біоланом (10 мл/га) сприяє збільшенню загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері на 25-ту добу обліку на 10–14%, порівняно із самостійним застосуванням цієї ж норми гербіциду.

В. В. Волкогон і М. С. Комок [183] відмічають у своїй праці, що мікробний препарат Ризогумін (2,0 кг/т) сприяв збільшенню кількості бульбочок, утворених інтродукованим штамом (до 55%), забезпечував зростання нітрогеназної активності, а також – активності глутамінсинтетази порівняно з іншими бактеріальними препаратами.

В. П. Карпенком та С. С. Шутком [184] доведено, що за використання регулятора росту рослин Регоплант (обробка насіння (250 мл/т) й посівів (50 мл/га)) загальна чисельність мікроорганізмів та мікроміцетів посівів соризу перевищувала контроль на 5–47%.

Дослідження А. А. Даценко [185] свідчать, що збільшення кількості бактерій ризосфери гречки на 31% було відмічено у варіантах з обробкою насіння перед сівбою МБП Діазобактерин (175 та 200 мл/га норму насіння) сумісно з РРР Радостим 250 мл/т за наступної обробки посівів Радостимом 50 мл/га.

Отже, наведені дані стосовно проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та мікробіологічних – у ґрунті за обробки посівів біологічними препаратами є різносторонніми, що вказує на необхідність

більш глибокого вивчення питання і систематизації отриманих даних, оскільки дані процеси залежать від низки чинників: норм та способів внесення препаратів, погодних умов, періоду їх дії і ін. Тому, дослідження впливу регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах і мікробіологічну активність ґрунту у посівах вівса голозерного є вкрай важливими.

1.2. Продуктивність посівів зернових культур, у тому числі й вівса голозерного, за дії біологічних препаратів

Проблема одержання високоякісної конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції набула останнім часом особливої актуальності, в зв'язку з виходом України на міжнародний ринок та необхідністю захисту власного товаровиробника від дешевого імпорту. Сучасні досягнення у вивченні існуючих та розробці нових регуляторів росту рослин і мікробних препаратів дозволяють визначити шляхи підвищення урожайності та якості врожаю сільськогосподарських культур, завдяки оптимізації біологічних процесів в рослинах та ґрунті та всебічного використання можливостей агроценозу [124, 172, 186].

Застосування РРР та МБП підвищує врожайність і якість вирощуваної продукції, опірність до хвороб і інших стресових впливів, покращує зав'язування плодів, пришвидшує дозрівання, запобігає вилягання зернових культур, знижує вміст в продукції нітратів і радіонуклідів [187, 188].

Регулятори росту рослин здатні підвищувати врожай основних польових культур на 10–30%. Застосування регуляторів росту рослин покращує складові продуктивності рослин (висоту рослин, кількість зерен в колосі, масу 1000 зерен), підвищує врожайність культури [23, 189, 190].

Встановлено [191], що за використання в посівах ячменю ярого Агату-25К (20 мл/га) сумісно з Лінтуром (100 г/га) покращувалися фізичні

показники зерна, а саме: крупність зростала до 89%, маса 1000 насінин – з 44,8 г до 48,9 г, натура – до 658,1 г/л при 635,2 г/л у контролі.

А. О. Шевченко [192], свідчить, що при допосівному застосуванні РРР польова схожість насіння пшениці озимої в середньому зростала на 5%, а насіння пшениці, вирощене на дослідних ділянках, відрізнялося більшою абсолютною вагою та мало вищі показники лабораторної схожості й енергії проростання.

Т. А. Сорока [193] вивчала вплив передпосівної обробки насіння РРР Епін-Екстра (200 мл/т), Циркон (2 мл/т), Крезацин (1 мл/т) і Росток (0,5 л/т) на продуктивність посівів та якість зерна пшениці озимої сорту Піонерська 32, де прибавка врожаю складала у варіантах з Епіном-Екстра – 1,1 ц/га, Ростком – 1,2 ц/га. Найкращий вплив на вміст клейковини в зерні був у варіанті із використанням Епіна-Екстра, де кількість клейковини зростала на 2,7%.

В умовах польового дослід у Південному Степу України встановлено, що передпосівна бактеризація насіння комплексом препаратів (Ризобіфіт, Фосфоентерин і Біополіцид) підвищила урожайність насіння сортів нуту Антей, Буджак і Пам'ять на 1,5–6,0 ц/га (38–54%) порівняно до моноінокуляції [194].

Науковцями встановлено [128, 195–197], що при спільному застосуванні із засобами захисту рослин РРР реально забезпечують зменшення норм витрат гербіцидів та інсектофунгіцидів на 20–25% за рахунок кращого проникнення останніх у клітини рослин без зниження захисного ефекту, зменшують фітотоксичну та мутагенну дію пестицидів, що сприяє кращому розвитку вегетуючих рослин, підсиленню фотосинтетичної активності, посилюють розвиток листової поверхні та генеративних органів, збільшують кількість зернин в колосі та їх масу, сприяють підвищенню вмісту білків та клейковини, покращують якість зерна, збільшують вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків і винограду, покращують товарність картоплі і овочевої продукції.

М. В. Сєдих та ін. [198] у своїй роботі дійшли висновку, що регулятори росту рослин Нікфан (10 мл/т) в суміші Лігнас А (2,0 л/т) мають суттєвий вплив на урожайність пшениці озимої і формування її структурних елементів. Прибавка врожаю складала від 2,3 до 23,3 ц/га, також у варіантах дослідів було відмічено підвищення показників скловидності та натури зерна, а маса 1000 насінин зросла у порівнянні з контролем на 2–6%.

Дослідженнями Н. І. Горбаченко [199] встановлено, що урожайність сорго цукрового за передпосівної бактеризації насіння Мікрогуміном (10 кг/т) та Поліміксобактерином (150 мл/т) 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%.

Дослідженнями науковців [132, 140, 200–204] встановлено, що за дії РРР і МБП урожайність колосових зернових зростає на 5–14 ц/га, зерна кукурудзи на 12–25 ц/га, сої – 5–7 ц/га, цукрових буряків – 30–80 ц/га, томатів – 35–90 ц/га, огірків – 25–80 ц/га, картоплі – 30–90 ц/га. Одночасно зростає вміст білку і клейковини в пшениці, протеїну в кукурудзі, підвищується цукристість буряків та вміст олії в соняшнику та якісні показники інших культур.

Позитивний вплив регуляторів росту рослин на кукурудзу відмічено в дослідях з Гумі (20 г/л) разом з мікроелементами, де урожайність зеленої маси перевищувала контроль на 21,7% [205].

Р. А. Гутянський та ін. [206] стверджують, що застосування гербіциду Пульсар 40 (0,8 л/га) на фоні інокуляції насіння мікробним препаратом Ризобофіт (300 г/га) сприяла зростанню показників урожайності і вмісту білка в зерні гороху відносно контрольного варіанту в середньому на 15,7% і 4,2% відповідно.

У дослідях А. Д. Гирки, О. Г. Андрейченко та І. О. Кулика [207] суттєве збільшення зернової продуктивності рослин ячменю ярого було у варіанті, де насіння обробляли біопрепаратом фосформобілізуючої дії Поліміксобактерин

(150 мл/т) – урожайність становила 4,22 т/га, що більше за контроль на 9,9%. Інокуляція насіння перед сівбою Поліміксобактерином у поєднанні з мікродобривом Реаком (5,0 л/т) сприяла отриманню прибавки на рівні 0,75 т/га або 19,5%.

Ряд науковців [208–210] повідомляють, що застосування біоінокулянтів Ризогумін (600 г/га), Біофосфорин (1,5 л/т), Ризобофіт (2,0 л/г) та регуляторів росту рослин Емістим С (10 мл/т), Гаупсин (4,0 л/га) у посівах бобових культур сприяє інтенсифікації генеративного розвитку рослин (збільшенню кількості квіток та збереженню бобів до фази повної стиглості), зростанню озерненості рослин, маси 1000 зерен, покращенню мінерального живлення азотом і фосфором, що забезпечує формування зростаючого рівня врожаю бобових на 13,0–16,8%.

За даними О. М. Григор'євої [211], передпосівна бактеризація насіння сої біологічним препаратом Ризогумін (200 г на гектарну норму насіння) за посходового внесення регулятора росту рослин Біолан (20 мл/га) дозволила отримати приріст урожайності зерна на рівні 0,29 т/га або 13,1%.

Дослідження, проведені іранськими вченими на дослідному полі агрономічного факультету Університету Табріз в Ірані [212], показали вплив на продуктивність сорго цукрового біопрепаратів: Біосупер (складається з 34 бактерій *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* та *Bacillus*) і Фосфат Бравар-2 (складається з бактерій *Pseudomonas* и *Bacillus*). Так, найбільший показник урожайності сухої біомаси (39 т/га) було отримано за підживлення рослин препаратом Бравар-2, а найменший – на контрольних ділянках (12 т/га).

У розробці технологій застосування мікробіологічних препаратів важливим є можливість комплексного їх використання. Так, поєднання у сумішах Діазофіту (200 г/т), Фосфоентерину (100 мл/га) та Біополіциду (100 мл/га) забезпечує прибавку урожаю зернових до 24% [213]. Встановлено, що інокуляція насіння люпину жовтого активними штамми бульбочкових бактерій забезпечує приріст урожаю 23–34% проти контролю, залежно від генетичних особливостей сорту [214].

За даними вчених А. Г. Мусатова, О. М. Григор'євої та Т. М. Григор'євої [215], урожайність зерна ячменю ярого від застосування біопрепаратів Фосфоентерин (100 мл/га) та Мікрогумін (1,0 кг/т) у сорту Созонівський збільшилась на 0,09–0,42 т/га, у сорту Сталкер – на 0,13–0,38 т/га і становила 3,44; 3,33 та 3,32 т/га відповідно.

Використання бактеріального препарату Флавобактерин (0,5 л/га норму насіння) сприяло підвищенню врожайності тритикале сорту Угро на 0,2–0,5 т/га та збільшенню маси 1000 насінин на 7–10% проти контролю [216].

Результати досліджень Л. І. Коноваленко, В. В. Моргунова, К. В. Петренко [175] свідчать про збільшення врожайності зерна на 0,43–0,67 т/га та вмісту білка – в середньому на 0,84% за рахунок комплексного застосування Агrostимуліну (25 мл/т, 20 мл/га) для передпосівної обробки насіння і обприскування посівів ячменю ярого. Сумісне застосування Агrostимуліну для обприскування посівів і Мікрогуміну (1 кг/т) для інокуляції насіння забезпечило приріст врожайності – 0,43 т/га та збільшення вмісту білка. Застосування Агrostимуліну (25 мл/т), Емістиму С (10 мл/т) для передпосівної обробки насіння ячменю забезпечило підвищення врожаю до 4,1 ц/га, при цьому збільшився чистий прибуток та окупність додаткових витрат до 2 грн. [217]. За обробки вегетуючих рослин пшениці озимої Емістимом С (10 мл/га) приріст зерна складав 1,7–2,4 ц/га [218]. Завдяки застосуванню біопрепарату Агат-25К (20 мл/га) прибавки врожаю зернових культур складали від 1,5 до 12,9 ц/га при одночасній економії 15–20% азотних і фосфорних добрив [219].

М. Ю. Петров і С. І. Думбров [220], дійшли висновку, що РРР Агат-25К (20 мл/га) і МБП Экстрасол-55 (1 л/т) виявляють значний вплив на технологічні показники якості зерна пшениці озимої. Дані препарати підвищували вміст сирої клейковини на 3–7%, досягаючи величини 27–31%.

Широке використання біологічних препаратів у сільськогосподарському виробництві має не лише екологічний, але й у більшості випадків, економічний пріоритет. При цьому, чим складніші

грунтово-кліматичні і погодні умови, тим важливіше значення біологізації в технологіях вирощування культур [221]. Застосування регуляторів росту рослин і мікробних препаратів вписується у систему обов'язкових агротехнічних заходів з вирощування сільськогосподарських культур та догляду за посівами і не потребує додаткових витрат, тому їх використання сприяє не тільки збільшенню валового виробництва продукції, але й зниженню її собівартості, що особливо важливо за ринкових умов [96, 140, 186].

Згідно з дослідженнями і розрахунками Кримської державної сільськогосподарської дослідної станції [222], умовний економічний ефект від оброблення насіння пшениці озимої препаратом Емістим С (10 мл/т) становить 155 грн./га.

При вирощуванні різних сортів ячменю ярого в умовах Північного Степу України, застосування мікробних препаратів було енергетично та економічно доцільним агрозаходом. За рахунок використання цих препаратів прибутковість зростала від 270 до 300 грн./га, а енергетична ефективність – на 5,8–6,3% [215].

Результатами дослідів доведено, що сучасні регулятори росту рослин за ефективністю не поступаються кращим світовим препаратам, а за технологічними показниками та вартістю мають значні переваги. Регулятори росту нового покоління за санітарно-гігієнічною класифікацією відносяться до нетоксичних речовин. Вони позитивно впливають на ріст і розвиток рослин, підвищують енергію проростання насіння та швидко трансформуються клітинами рослин [223].

С. В. Пида та ін. [224], досліджуючи економічну ефективність застосування біопрепаратів, встановили, що найефективнішим елементом технології вирощування люпину білого сорту Діста виявилось сумісне застосування бактеріального препарату Ризобофит (штам 367а) + регулятор росту рослин Регоплант (25 мл/т), де за урожайності 27,5 ц/га (контроль –

20,7 ц/га) чистий прибуток з 1 га становив 21732 грн. за рівня рентабельності 111%.

Використання біологічних препаратів вписується у систему агротехнічних прийомів з догляду за посівами і не потребує великих додаткових витрат, крім, звичайно, власної вартості, тому їх застосування сприяє не тільки збільшенню валового виробництва продукції, але й зниженню її собівартості, що нині є досить важливим [31, 225, 226].

Висновки до розділу 1:

1. Аналіз сучасної наукової літератури засвідчує важливість зниження або взагалі відмову від застосування хімічних засобів захисту рослин та добрив в агроценозах. Проте, спрямованість дії мікробних препаратів і регуляторів росту рослин на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, мікробіологічні – в ґрунті, та можливість їх поєднаного використання у посівах вівса голозерного практично не вивчені.

2. Зважаючи на вищенаведений літературний матеріал, можна констатувати, що вирішення завдання біологічного обґрунтування комплексної дії РРР і МБП у посівах вівса голозерного дозволить розробити науково обґрунтовані, екологічні та економічно вигідні рекомендації із застосування препаратів у виробництві, результатом яких стане забезпечення населення високоякісною продукцією. Вивчення всіх цих питань і обумовило основні напрями і завдання даної дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу різних норм МБП Меланоріз за різних способів використання РРР Агролайт на проходження фізіологічних процесів у рослинах вівса голозерного та мікробіологічних – у ґрунті, проводили в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України упродовж 2019–2021 років. 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.

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 овес голозерний, використовують переважно вологу у вигляді опадів. Проблема розроблення та впровадження технологій вирощування вівса голозерного є актуальною тому, що нині виникає необхідність уточнення окремих елементів технологічного процесу вирощування і технологій загалом, оскільки сорти, створені в різних селекційних центрах, як правило, мають свій діапазон оптимальних параметрів для формування розрахункового рівня врожайності на що безпосередній вплив мають умови вирощування культури в конкретних ґрунтовокліматичних зонах [227, 228]. Тому, необхідно проводити

експериментальні дослідження, давати економічну та енергетичну оцінку їх результатів у Лісостеповій зоні України.

2.2. Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень

За даними метеостанції м. Умань, дослідне поле Уманського НУС знаходиться в зоні нестійкого зволоження (ГТК–1,2), що характеризується теплим, помірно вологим кліматом, але в окремі роки бувають посухи, рідше суховії. Літо тепле, помірно-вологе, зима м'яка, хмарна з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами.

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

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 кКал/см² (3838,5–4051,8 МДж/м²) за рік, а на частину сумарної фотосинтетично активної радіації приходить 39 кКал/см² (1663,4 МДж/м²) за період вегетації з температурою повітря вище $+5^{\circ}\text{C}$.

Тривалість теплового періоду року з позитивною добовою температурою повітря ($t > 0^{\circ}\text{C}$) складає 245 діб, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур ($t > 5^{\circ}\text{C}$) – 201 добу, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) – 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду ($t > 15^{\circ}\text{C}$) – 109 діб.

Погодні умови змінюються зі зміною пори року. Так, зимовий режим погоди встановлюється при переході середньодобової температури повітря через 0°C . 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°C . Характерною особливістю зимового сезону є наявність частих відлиг, коли температура повітря

підвищується до $+8-10^{\circ}\text{C}$ тепла. Тому в окремі зими стійкого снігового покриву не спостерігається. В зимовий період переважає хмарна погода з незначними опадами, на долю яких приходить 20–25% річної суми.

Початком весни вважають дату стійкого середньодобового переходу температури повітря через 0°C . Цей період приходить на 15–20 березня. В першій декаді квітня спостерігається середньодобовий перехід температури через $+5^{\circ}\text{C}$, а в кінці квітня – через $+10^{\circ}\text{C}$, 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 $+15^{\circ}\text{C}$. На початку літа спостерігається тепла погода, яка в окремі роки змінюється на жарку (липень – серпень). Середня температура повітря в травні – червні досягає $18-22^{\circ}\text{C}$, липні – серпні – $23-25^{\circ}\text{C}$ тепла. Максимальна температура в окремі роки в липні може підвищуватись до $+38^{\circ}\text{C}$. Звичайною температурою для літа є $+19^{\circ}\text{C}$. Однак бувають відхилення від $+17,3-17,5^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$.

Вологі західні вітри, що переважають літом, приносять значну кількість опадів. Днів з опадами більше 0,1 мм 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 $+10^{\circ}\text{C}$ у бік більш низьких температур. Зазвичай цей період приходить 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 $+5^{\circ}\text{C}$, що є ознакою завершення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Ґрунти такої різновидності займають близько 16% загальної площі Лісостепу України і поширені в Правобережній його частині. Вони характеризуються відносно однорідним гранулометричним і хімічним складом за профілем, вилугованістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним нагромадженням елементів живлення в гумусовому горизонті. За даними кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського НУС [229, 230], вміст гумусу в орному шарі складає 3,2–3,3% за (ДСТУ 4289), ступінь насиченості профілю ґрунту основами – 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньоокисла (рН сольової суспензії – 5,5), гідролітична кислотність – 28–32 мг екв. на 1 кг ґрунту, вміст рухомих форм фосфору та калію (за методом Чирикова) – 80–120 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100 мг/кг ґрунту. За основними характеристиками ґрунтовий покрив дослідного поля належить до типових ґрунтів східноєвропейської частини.

Погодні умови під час проведення досліджень були типовими для зони, проте дещо різнилися за роками (табл. 2.1).

Погодні умови 2019 року за вологістю повітря і кількістю опадів були менш сприятливими для вегетації вівса голозерного в порівнянні з іншими роками. Так, кількість опадів у період активної вегетації досліджуваної культури склала 127,8 мм з їх розподілом у квітні – червні (22,4; 35,6 та 69,8 мм відповідно), що було нижчим за опадами в дані місяці в інші дослідні роки. Найвологішим місяцем протягом вегетаційного періоду був травень, в якому випало 35,6 мм, хоча це на 16,4 мм було нижчим за середньобаторічний показник. Середня температура повітря за 2019 рік становила $10,4^{\circ}\text{C}$, що на $1,6^{\circ}\text{C}$ перевищувало рівень середньобаторічного показника.

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
2019	376,6	55,1	23,8	16,3	22,4	35,6	69,8	33,8	19,2	30,6	10,3	14,0	45,7
2020	479,0	12,7	50,5	23,9	21,0	101,0	70,4	21,4	17,1	27,4	81,5	19,4	32,6
2021	641,6	69,7	43,2	32,4	49,9	56,4	104,7	89,8	69,9	16,2	7,0	21,2	91,2
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
2019	10,4	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	20,7	15,6	10,0	5,5	2,2
2020	10,7	0,4	2,2	6,3	9,2	12,5	20,9	21,6	21,2	17,8	12,7	3,7	0,0
2021	8,7	-2,3	-3,8	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3	13,0	7,2	4,7	-1,0
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
2019	73,9	86,0	82,0	68,0	62,0	72,0	69,0	67,0	63,0	66,0	80,0	84,0	88,0
2020	72,2	85,0	78,0	65,0	46,0	73,0	70,0	64,0	59,0	62,0	83,0	88,0	93,0
2021	77,0	89,0	83,0	77,0	71,0	73,0	73,0	71,0	71,0	74,0	70,0	85,0	88,0

Упродовж вегетації (квітень–червень) середні показники температури повітря становили 16,7°C у порівнянні до 14,7°C середньобагаторічної температури.

Середня відносна вологість повітря у період вегетації квітень–червень становила 68% при 66% середньобагаторічній.

У 2020 р. сума опадів за рік склала 479,0 мм, проте за період активного росту вівса голозерного квітень–червень вона становила 192,4 мм, що на 18,4 мм більше за середньобагаторічний показник та на 64,6 мм більше, ніж у той же період 2019 року. Найвологішим місяцем у період вегетації культури був травень (101,0 мм), що мало суттєвий вплив на формування вегетативної маси, а в результаті – і врожайності. Температура повітря в середньому за 2020 рік склала 10,7°C, що перевищувало середньобагаторічну на 1,9°C. У період вегетації середні показники температури повітря становили 14,2°C, що на 0,5°C нище середньобагаторічних температур за аналогічний період. Відносна вологість повітря упродовж вегетації 2020 р. становила 63%, що на 3 відсоткових пункти нижче середньобагаторічного показника.

Погодні умови 2021 р. були менш сприятливими за 2020 р. (за рахунок травня місяця, де в 2020 р. випало 101,0 мм опадів, що перевищило аналогічний показник у травні 2021 р. на 44,6 мм), але кращі за вегетаційний період культури 2019 р. Сумарна кількість опадів за період вегетації вівса голозерного (квітень–червень) склала 211,0 мм, що на 37 мм вище середньобагаторічного показника. Середня річна температура повітря була на рівні 8,7°C, що нище багаторічної норми на 0,1°C, у період вегетації – 13,7°C, що на 1,0°C нище середньобагаторічних температур. Відносна вологість повітря у вегетаційний період становила 72,3%, що на 6,3 відсоткових пункти вище середньобагаторічних показників відносної вологості повітря.

Загалом погодні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для вирощування вівса голозерного, проте з незначними відхиленнями, в основному за забезпеченістю рослин вологою, яка виступала

лімітуючим чинником формування продуктивності посівів. Це знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних.

2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень

Експериментальну частину роботи виконано упродовж 2019–2021 рр. у польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – кафедри біології Уманського національного університету садівництва.

У дослідях вивчали МБП Меланоріз (*Glomus* sp., *Aspergillus terreus*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus macerans*, *Arthrobacter* sp., *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^7$ КУО/мл, виробник – ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «БТУ-ЦЕНТР», Україна). Меланоріз, як біологічний препарат, рекомендується у нормах 1,0–1,5 л/т для передпосівної обробки насіння зернових, кукурудзи, олійних, бобових, технічних, овочевих культур з метою покращення живлення, підвищення урожайності й поліпшення якості зерна та зеленої маси сільськогосподарських рослин.

Меланоріз – комплексний мікробний препарат, який активізує заселення кореневої та прикореневої зони мікоризними грибами і сапрофітними ризосферними бактеріями; збільшує площу поглинання кореневою системою рослин за рахунок утворення та розвитку мікоризи; нейтралізує в ґрунті токсичну дію патогенних мікроорганізмів, пестицидів, техногенних факторів; сприяє виробленню природних антибіотиків, заселеними грибами і бактеріями та пригнічує розвиток збудників хвороб (фузаріозу, фітофторозу, альтернаріозу, склефомозу, бактеріозів чорного, базального та ін.) і шкідників (ураження нематодами тощо); покращує схожість насіння; підвищує імунітет рослин; забезпечує рослини елементами живлення в легкодоступній формі, необхідними для росту й розвитку [231, 232].

Регулятор росту рослин Агролайт (поліетіленгліколь-400 + поліетіленгліколь-1500, загальний вміст 770 г/л, солі гумінових кислот, 30

г/л, виробник – групи компаній ДОЛИНА, Україна) рекомендується у нормах 0,26 л/т для передпосівної обробки насіння та посходового внесення (0,25–1,0 л/га) в посівах зернових, олійних, кукурудзи, бобових і овочевих культур.

Агролайт має в своєму складі оптимально збалансований склад багатоатомних спиртів, завдяки чому препарат не втрачає рідкий стан при низьких позитивних температурах і може застосовуватися за температури повітря вже при +5°C. Природні стимулятори-адаптогени препарату на основі карбонових кислот беруть участь у найважливіших енергетичних перетвореннях рослинного організму, підсилюють постачання кисню в тканини, підвищують вироблення основної енергетичної речовини АТФ-аденозинтрифосфату. Регулююча енергетичний обмін дія карбонових кислот проявляється вже за дуже низьких концентрацій (0,002% розчин). Завдяки своєму природному походженню карбонові кислоти підлягають швидкому метаболізму в рослині та надають препарату біостимулюючу дію, що призводить до інтенсивного проростання насіння й активізації росту органів рослини, а також прискорюють засвоєння макро- і мікроелементів з ґрунту. Комплекс з модифікованих гумінових кислот і низькомолекулярних багатоатомних спиртів, що входить до складу РРР, прискорює обмінні процеси у тканинах рослин, які проявляються в більш інтенсивному синтезі антистресових речовин, підсилені фотосинтетичної продуктивності хлоропластів у клітинах, що в свою чергу, знімає фітотоксичність після обробки посівів пестицидами [232, 233].

Дію мікробного препарату Меланоріз, внесеного окремо та у суміші із РРР Агролайт, досліджували на рослинах вівса голозерного (*A. sativa subsp. nudisativa* (Husnot) Rod. et Sold.), сорт Мирсем. Заявник – товариство з обмеженою відповідальністю «Миронівське-насіння». Рослина за габітусом пряма, довга, рослини із закрученими прапорцевими листками відсутні або дуже рідко зустрічаються, час викидання волоті – ранній.

На найнижчих листках опушеність листкової пластинки відсутня або дуже слабка. Опушеність на найвищому вузлі стебла відсутня, волоть довга,

орієнтація гілочок одногрива, положення гілочок горизонтальне, положення вторинних колосків поникле. Колоскові луски довгі, сіруватість відсутня або дуже слабка, колір нижньої квіткової луски – білий, первинне зерно має середні базальні волоски, та короткий стрижень другого зерна.

Сорт ранньостиглий, дозріває в зоні Лісостепу за 91 день, що на 3–6 днів раніше стандартів, стійкий до вилягання, осипання та посухи.

За роки випробування на обласних державних центрах експертизи сортів рослин отримали середній урожай 35,1 ц/га, маса 1000 зерен – 29,7 г, білка – 14,1%, вирівняність зерна висока, вихід крупи – 100%. Слабо уражується корончатою іржею, стійкий проти летючої сажки [234].

Польові досліді закладали відповідно до нижченаведеної схеми:

1. Без застосування препаратів (контроль).
2. Меланоріз 1,0 л/т.
3. Меланоріз 1,25 л/т.
4. Меланоріз 1,5 л/т.
5. Агролайт 0,26 л/т.
6. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т.
7. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т.
8. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т.
9. Агролайт 1,0 л/га.
10. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
11. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
12. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
13. Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
14. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
15. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.
16. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.

У варіанті 1 не використовували ніяких препаратів, лише обробка водою; у варіантах 2, 3, 4 мікробний препарат Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т використовували для передпосівної обробки насіння вівса голозерного самотійно; у варіанті 5 – Агролайт (0,26 л/т) виконували передпосівну обробку насіння вівса голозерного; у варіантах 6, 7, 8 Меланоріз у тих же нормах застосовували для передпосівної обробки насіння в суміші з РРР Агролайт у нормі 0,26 л/т; у варіанті 9 виконували обприскування вегетуючих рослин Агролайтом (1,0 л/га); у варіантах 10, 11, 12 застосовували передпосівну обробку Меланорізом (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Агролайтом 1,0 л/га у фазу кущіння; у варіанті 13 застосовували передпосівну обробку насіння Агролайтом (0,26 л/т) з наступною обробкою вегетуючих рослин у фазу двох справжніх листків Агролайтом (1,0 л/га); у 14, 15, 16 варіантах застосовували передпосівну обробку насіння сумішами Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) та Агролайту 0,26 л/т з наступною обробкою вегетуючих рослин у фазу кущіння Агролайтом у нормі 1,0 л/га.

Польовий дослід закладали у триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів з площею ділянок 100 м², обліковою – 60 м². Сівбу здійснювали з нормою висіву насіння 5,0 млн. насінин на гектар. Насіння вівса за добу до сівби обробляли мікробним препаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами (ВВСН 00). На фоні обробки перед сівбою насіння вівса голозерного Меланорізом і Агролайтом, посіви вівса у фазі кущіння обприскували регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га (ВВСН 21–23) акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га. Застосовували загальноприйнятую технологію вирощування вівса голозерного для даної зони, яка передбачала виконання необхідних операцій відповідно до програми досліджень [235, 236]. Попередником слугувала соя.

Детальний аналіз дії мікробного препарату Меланоріз та РРР Агролайт на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах вівса голозерного виконували в суворо контрольованих умовах вегетаційного дослідження за методикою [237].

У лабораторних умовах вирощування рослин вівса голозерного проводили у пластиковому посуді місткістю 12 кг, використовуючи ґрунт, типовий для польового дослідження. На дні кожної посудини розміщували дренаж. Вологість ґрунту контролювали ваговим методом та підтримували на рівні 60% від його повної вологоємності. Контроль умов росту і розвитку рослин здійснювали за допомогою штучного підсвічування люмінесцентними лампами з рівнем освітленості 800 лк упродовж 14–16 годин на добу. Температурний режим контрольованих умов підтримували на рівні 25°C. Відносну вологість повітря на рівні 60%. Обробку насіння досліджуваними препаратами виконували у відповідних нормах, розрахованих на масу насіння, а вегетуючих рослин – на площу за концентрацією по відношенню до норм внесення у польових умовах. Обробку препаратами проводили у день висіву та у фазу першої пари справжніх листків. Для обробки рослин РРР використовували ручний лабораторний обприскувач. З метою забезпечення рівномірного освітлення та температурного режиму посудини з рослинами періодично, через 2 доби, міняли місцями. Кількість рослин в одній посудині – 20, повторність дослідів – триразова. Вегетаційний дослід закладали за схемою, аналогічною польовому дослідженню.

Основні дослідження та спостереження в досліді проводили згідно наведених нижче методик:

- фенологічні фази розвитку рослин вівса голозерного визначали за шкалою ВВСН [238];

- активність ферментів класу оксидоредуктаз – каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.10.3.1) у листках вівса голозерного визначали в зразках листків, відібраних у вегетаційних та в

польових умовах, у відповідні фази розвитку рослин, за методиками, описаними Х. М. Починком [239];

- вміст у листках хлорофілів a і b , суму хлорофілів $(a+b)$, визначали спектрофотометричним методом [240, 241];

- інтенсивність дихання рослин визначали модифікованим методом у лабораторних умовах. Для цього у варіанті з одного яруса відбирали по 10 типових листків, черешки яких парафінували з метою виключення «раневого дихання». Наважки листків вміщували у відповідні посудини та аналізували згідно методики [241];

- анатомо-морфологічні дослідження листкового апарату вівса голозерного виконували на системному мікроскопі LEICA – 295, користуючись окуляр-мікрометром МОВ-1-15 та шкалою об'єкт-мікрометра ШО-2. Зразки листків для досліджень відбирали із середнього яруса у відповідні фази розвитку з 20 типових для варіанту рослин, згідно методики, запропонованої З. М. Грицаєнко [241]. Знебарвлення і просвітлення відібраних висічок проводили у жавелевій воді ($KOCl + KCl$) протягом 3 діб, далі їх промивали (з чотирьох разовою зміною) у дистильованій воді, знімали епідерміс та забарвлювали розчином барвника кристал-віолет (суміш 1 ml-1 5% H_2SO_4 і 1 ml-1 1% водного розчину барвника) протягом 10 хв. з наступним промиванням у дистильованій воді, підготовлені таким чином препарати фіксували під накривними скельцями у гліцерині (використовували 30 препаратів). Кількість клітин підраховували в полі зору мікроскопа з наступним перерахунком на 1 мм² листка, розміри клітин (довжину і ширину) вимірювали окуляр-мікрометром. Коефіцієнт морфоструктури (K_m) визначали за методикою, як відношення кількості клітин епідермісу на одиниці поверхні листка за дії препаратів до кількості клітин епідермісу у варіанті, де дія препаратів була виключена (контроль) [242];

- площу листкового апарату рослин вівса голозерного визначали з використанням висічок [241];

- надземну масу рослин – ваговим методом [241], масу кореневої системи – за Станковим [243];
- чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича [244];
- чисельність окремих груп мікробіоти у ризосфері вівса голозерного обліковували у фази виходу в трубку та цвітіння культури. Проби ґрунту відбирали у відповідності до загальноприйнятих методик [245]. Загальну чисельність ризосферних мікроорганізмів визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м'ясо-пептонний агар (МПА), нітрифікувальних бактерій, *Clostridium pasteurianum* – на елективних середовищах С. М. Виноградського, целюлозолітичних мікроорганізмів – на середовищі О. О. Імшенецького та Л. І. Солнцевої, *Azotobacter* – безазотистому живильному середовищі Ешбі, підраховуючи оброслі колоніями грудочки ґрунту [246, 247]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) або тис. клітин в 1 г абсолютно сухого ґрунту залежно від методики;
- облік урожайності вівса голозерного виконували поділянково, шляхом збирання комбайном «Сампо» з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість [243];
- якість зерна вівса голозерного оцінювали за вимогами ДСТУ 4963:2008 [248], використовуючи для визначення окремих показників ДСТУ, зокрема: за ГОСТ 10842-76 (масу 1000 зерен) [249]; за ГОСТ 10840-64 (натуру зерна) [250]; за ГОСТ 10846-74 (вміст білка) [251]; за ГОСТ 10845-98 (вміст крохмалю) [252];
- економічну ефективність використання біологічних препаратів розраховували за загальноприйнятими методиками розрахунковим методом з використанням технологічних карт, енергетичний аналіз – за рекомендаціями, викладеними О. К. Медведовським [253];

— статистичний аналіз експериментальних даних виконували за результатами дисперсійного і кореляційного аналізів за Б. О. Доспєховим з використанням пакету Microsoft Office Excel [254].

Висновки до розділу 2:

1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для Лісостепу України та сприятливими для вирощування вівса голозерного, проте погодні умови в роки досліджень мали незначні відхилення, в основному за забезпеченістю рослин вологою, яка виступала обмежуючим чинником у формуванні продуктивності посівів. Це знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних.

2. Схема досліду і методика проведення досліджень відповідали робочій гіпотезі та програмі досліджень, якими передбачалося значна кількість обліків, спостережень та аналізів, завдяки яким встановлювалась можливість глибокого і всебічного розкриття суті тематики наукової роботи.

РОЗДІЛ 3

ФІЗІОЛОГІЧНО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ

3.1. Антиоксидантна ферментативна система

Упродовж вегетаційного періоду рослини піддаються дії низки несприятливих чинників – низька чи висока температури, застосування пестицидів, синтетичних добрив й ін., які значно впливають на їх ростові процеси, урожайність та якість одержаної продукції [96, 221]. Як засвідчують дослідження науковців [21, 23, 29, 255, 256], культурні рослини мають комплекс захисних механізмів, що забезпечують їм пристосування до стресових умов. При цьому рівень і характер захисних механізмів значною мірою визначаються видом рослин, їх фізіологічним станом, умовами росту й розвитку, а також – інтенсивністю і тривалістю дії стресора.

Однією із реакцій рослини на стрес є генерація активних форм кисню (АФК), що інактивуються, як правило, антиоксидантною системою (АОС), представленою ферментами і низькомолекулярними з'єднаннями [31, 39, 42, 45, 257].

АОС регулює процеси вільнорадикального окиснення, створюючи умови для оптимального метаболізму. У цій системі першочергове значення відводиться ферментам, зокрема класу оксидоредуктаз – пероксидазі, каталазі і поліфенолоксидазі [258].

В останній час увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів підвищення антиоксидантного статусу рослин. З цією метою пропонується застосовувати регулятори росту рослин, мікробні препарати та засоби, представлені як синтетичними, так і природними сполуками, що мають рістстимулювальні властивості. Встановлено, що екзогенні антиоксиданти підвищують стійкість рослин до стресів біотичної і абіотичної

природи. Так, за використання екзогенних регуляторів росту рослин у рослинах знижується активність реакцій пероксидного окиснення ліпідів, збільшується вміст антиоксидантів та підвищується активність основних антиоксидантних ферментів [40, 44, 96, 259, 260].

Зважаючи на вищенаведені дані, слід відмітити, що антиоксидантні процеси в рослинах за дії регуляторів росту рослин і мікробних препаратів лише вивчаються, у той же час питання комплексної дії препаратів на активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази і поліфенолоксидази) у рослинах вівса голозерного практично не досліджувалося.

Дослідження активності основних антиоксидантних ферментів у контрольованих умовах вегетаційного дослідження виконували у 2019 році в листках вівса голозерного відібраних на п'яту та десятую добу після обприскування рослин РРР Агролайт. Одержані результати засвідчили зміну ферментативної активності рослин залежно від норм та способів застосування МБП Меланоріз та РРР Агролайт. Так, у результаті проведення дослідження встановлено, що за передпосівної обробки насіння вівса МБП Меланоріз як окремо, так і в сумішах з Агролайтом, ферментативна активність у рослинах на п'яту та десятую добу після застосування препаратів підвищувалась (табл. 3.1, 3.2). Зокрема, за передпосівної обробки насіння вівса МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т активність каталази зі збільшенням норми препарату на п'яту добу (табл. 3.1) зростала проти контролю на 0,9; 2,0 і 3,6 мкМоль розкладеного H_2O_2 , активність пероксидази – на 2,7; 5,8; 10,3 мкМоль окисненого гваяколу, а поліфенолоксидази – на 0,8; 1,5; 2,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно.

За сумісної дії МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з регулятором росту рослин Агролайт – 0,26 л/т, застосованих для обробки насіння вівса перед сівбою, активність каталази в порівнянні з контролем зростала на 4,6; 5,2 і 6,0 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 12,5;

14,3 і 16,3 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – на 3,4; 4,0; 4,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно.

Таблиця 3.1

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (п'ята доба)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирії речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирії маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	10,1	54,3	18,4
Меланоріз 1,0 л/т	11,0	57,0	19,2
Меланоріз 1,25 л/т	12,1	60,1	19,9
Меланоріз 1,5 л/т	13,7	64,6	21,0
Агролайт 0,26 л/т	11,5	58,2	19,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	14,7	66,8	21,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	15,3	68,6	22,4
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	16,1	70,6	23,2
Агролайт 1,0 л/га	10,7	55,9	19,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,1	62,2	20,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	14,0	65,1	21,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	15,8	69,2	22,6
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,5	61,8	20,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	16,3	71,8	23,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	16,8	74,0	24,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	17,9	79,4	26,0
<i>НІР₀₁</i>	<i>1,1</i>	<i>3,1</i>	<i>1,4</i>

Використання Меланорізу в нормах 1,0–1,5 л/т для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури регулятора росту рослин Агролайт 1,0 л/га забезпечило зростання активності

антиоксидантних ферментів проти варіантів із самостійним внесенням Меланорізу на 2,1; 1,9; 2,1 мкМоль розкладеного H_2O_2 – для каталази; 5,2; 5,0; 4,6 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази; 1,5; 1,4; 1,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти – для поліфенолоксидази відповідно.

За комбінованого застосування Агролайту (обробка насіння перед сівбою у нормі 0,26 л/т і внесення по вегетуючих рослинах – 1,0 л/га) простежувалось зростання активності каталази на 2,4 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 7,5 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – на 1,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно. Разом з тим найвища активність досліджуваних ферментів у листках вівса голозерного була відмічена за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу (1,0, 1,25, 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) та обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), де в порівнянні з варіантами Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) було відмічено зростання активності каталази на 1,6; 1,5; 1,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 5,0; 5,4 і 8,8 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази на – 1,7; 1,7 і 2,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно. Ці ж варіанти досліду у порівнянні до контролю забезпечили зростання активності каталази на 6,2–7,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 17,5–25,1 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази на – 5,1–7,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Очевидно, зростання активності каталази, пероксидази й поліфенолоксидази за комплексного застосування біологічних препаратів (обробка насіння перед сівбою МБП і регулятором росту рослин + внесення регулятора росту рослин по сходах) є наслідком покращення умов росту й розвитку вівса голозерного, за яких підвищується активність обмінних процесів у рослинах, невід'ємною складовою яких є ферменти. У той же час, зростання активності ферментів може свідчити про прямий вплив біологічних препаратів на стан антиоксидантної системи вівса, яка активізується у відповідь на дію екзогенних рістстимулювальних складових МБП і РРР.

За дослідження активності антиоксидантних ферментів на десяту добу було встановлено, що у варіантах досліду простежувалась подібна залежність як і на п'яту добу визначення (табл. 3.2). Так, за норм Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т активність каталази становила 16,0; 16,7 і 17,8 мкМоль, а за поєднаного застосування цих же норм МБП з РРР на фоні обробки Агролайтом насіння – 20,9; 21,7 і 22,6 мкМоль за 14,7 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв. у контролі.

Активність пероксидази в досліджуваних варіантах також перевищувала контрольні показники на десяту добу після застосування препаратів. Зокрема, за використання Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т на десяту добу активність пероксидази зростала відповідно від 70,6 до 76,8 мкМоль, а при застосуванні МБП у досліджуваних нормах із РРР Агролайт (0,26 л/т) вона складала від 78,9 до 83,2 мкМоль окисненого гваяколу.

Застосування РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га на фоні обробки насіння МБП Меланоріз (1,0; 1,25; 1,5 л/т) підвищувало активність пероксидази у порівнянні з контролем до 76,0; 77,6 і 81,4 мкМоль окисненого гваяколу.

Значне підвищення активності ферменту спостерігалось за сумісного застосування Меланорізу з Агролайтом для обробки насіння перед сівбою та внесення по даному фону Агролайту. Так, у цих варіантах досліду підвищення активності пероксидази у порівнянні з контролем складало в межах від 84,9 до 93,2 мкМоль окисненого гваяколу.

Підвищена активність на десяту добу досліджень була характерною і для ферменту поліфенолоксидази. Так, за використання біопрепарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т та регулятора росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т як окремо, так і сумісно, активність поліфенолоксидази у всіх варіантах досліду зростала, водночас найвищою вона була у варіанті за обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз (1,5 л/т) і Агролайт (0,26 л/т) за наступного обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), де перевищення до контролю складало 9,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

Таблиця 3.2

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (десята доба)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирої речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	14,7	67,1	21,7
Меланоріз 1,0 л/т	16,0	70,6	22,4
Меланоріз 1,25 л/т	16,7	73,6	23,2
Меланоріз 1,5 л/т	17,8	76,8	24,2
Агролайт 0,26 л/т	16,2	71,4	22,7
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	18,8	78,9	25,6
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	19,1	80,9	26,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	20,2	83,2	27,5
Агролайт 1,0 л/га	15,3	69,8	22,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	17,5	76,0	24,1
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	18,4	77,6	25,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	19,8	81,4	26,8
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	17,0	75,4	23,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20,9	84,9	28,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	21,7	87,9	29,5
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	22,6	93,2	31,4
<i>НІР₀₁</i>	<i>1,3</i>	<i>4,0</i>	<i>1,7</i>

Одержані показники з активності досліджуваних ферментів є суттєвими та достовірними, що підтверджується вищеприведеними даними статистичної обробки. Водночас дані суттєвого підвищення активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз, що одержані в суворо контрольованих вегетаційних умовах, засвідчують зростання в

рослинах під впливом комплексного застосування МБП і РРР рівня обмінних процесів, активізація яких призводить до продукування різних форм АФК, у тому числі й H_2O_2 та фенольних сполук. Подібного припущення дотримуються й інші автори [55, 96].

Для підтвердження даних щодо активності основних антиоксидантних ферментів у листках рослин вівса голозерного, одержаних у суворо контрольованих вегетаційних умовах, нами було проведено відповідні дослідження і в польових умовах (Додаток А, табл. А.1–А.6). Проведені дослідження в польових умовах, перш за все, засвідчили залежність активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз від погодніх умов. Зокрема найнижчу активність дані ферменти проявили в 2019 р., що узгоджується з даними низької вологозабезпеченості рослин (Додаток А, табл. А.1–А.3). У цілому, аналізуючи активність ферментів у фазу виходу в трубку вівса у 2019 р., можна стверджувати, що в усіх варіантах дослідження вона була вищою за контрольні показники. Так, у варіантах Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т активність каталази перевищувала контроль на 5; 10 і 17%; пероксидази – 3; 5 і 7%; поліфенолоксидази – 5; 7 і 12% відповідно; у варіантах Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т – на 23; 27 і 36% – для каталази; 9; 10 і 14% – пероксидази; 17; 21 і 29% – поліфенолоксидази; у варіантах комплексного застосування Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 40; 51 і 63% – для каталази; 16; 17 і 27% – пероксидази і 34; 41 та 53% – поліфенолоксидази. Така ж закономірність в активності ферментів простежувалась у фазу виходу в трубку вівса голозерного у варіантах польових дослідів і в 2020 та 2021 рр. (Додаток А, табл. А.2, А.3).

У середньому за 2019–2021 роки досліджень за використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз як окремо, так і в сумішах із Агролайтом, у листках рослин встановлено значне підвищення ферментативної активності (табл. 3.3). Так, за передпосівної обробки насіння вівса МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25;

1,5 л/т у фазу виходу в трубку активність каталази зі збільшенням норм препарату зростала на 1,5; 2,4 і 3,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирої речовини за 1 хв. проти контролю, активність пероксидази – на 2,9; 4,7 і 7,0 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв., а поліфенолоксидази – на 1,5; 2,2 і 3,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв.

За сумісної дії мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0, 1,25, 1,5 л/т з регулятором росту рослин Агролайт 0,26 л/т, застосованих для обробки насіння вівса голозерного перед сівбою, активність каталази у варіантах досліду в порівнянні з контролем зростала на 23; 27 і 36%, пероксидази – на 13; 15 і 18%, поліфенолоксидази – на 20; 25 і 35% відповідно.

Використання Меланорізу у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури Агролайту 1,0 л/га забезпечило зростання активності каталази, пероксидази і поліфенолоксидази проти варіантів із самостійним внесенням Меланорізу на 8–11; 4–9 і 8–12% відповідно.

За комбінованого застосування Агролайту (обробка насіння перед сівбою у нормі 0,26 л/т і внесення по вегетуючих рослинах – 1,0 л/га) простежувалось зростання активності каталази на 2,7 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирої речовини за 1 хв., пероксидази – на 5,6 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв., поліфенолоксидази – на 2,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв. відповідно проти контролю.

Разом з тим найвища активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного була відмічена за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів Агролайтом (1,0 л/га), де в порівнянні з варіантами Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) було відмічено зростання активності каталази на 4,5; 4,9 і 6,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирої речовини за 1 хв., пероксидази – 4,4; 4,3 і 7,6 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв.,

Таблиця 3.3

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, середнє 2019–2021 рр.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирії речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирії маси за 1 хв.	Поліфенол-оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	22,4	70,8	25,4
Меланоріз 1,0 л/т	23,9	73,7	26,9
Меланоріз 1,25 л/т	24,8	75,5	27,6
Меланоріз 1,5 л/т	26,2	77,8	29,2
Агролайт 0,26 л/т	24,2	74,3	27,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	27,5	80,1	30,6
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	28,5	81,4	31,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	30,5	83,3	34,2
Агролайт 1,0 л/га	23,6	73,0	26,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	25,7	77,3	29,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	26,7	78,8	29,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	29,1	82,4	32,7
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	25,1	76,4	28,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	32,0	84,5	35,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	33,4	85,7	37,6
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	36,7	90,9	40,8
<i>НІР₀₅</i> *	1,1–1,3	3,1–4,9	1,7–2,1

Примітка: * – наведено максимальні і мінімальні значення за роки досліджень

поліфенолоксидази – 4,8; 5,9 і 6,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії маси за 1 хв. Ці ж варіанти досліджу у порівнянні до контролю

забезпечили зростання активності каталази на 43–64%, пероксидази – 19–28%, поліфенолоксидази – 39–61% відповідно.

У фазу цвітіння рослин вівса голозерного було відмічено зростання активності ферментів у порівнянні до показників польових дослідів активності ферментів у фазу виходу в трубку (Додаток А, табл. А.4–А.6). Ці дані засвідчують інтенсифікацію обмінних процесів у рослинах, пов'язаних з фотосинтезом, диханням, тощо, активними учасниками яких є ферменти класу оксидоредуктаз. Водночас аналіз активності ферментів у листках вівса голозерного в 2019 році у фазу цвітіння рослин показав, що у варіантах з передпосівною обробкою насіння Меланорізом у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т активність каталази у порівнянні до контролю зростала на 4; 7 і 12%; пероксидази – 6; 9 і 13%; поліфенолоксидази – 6; 9 і 14%; у варіантах Меланоріз 1,0; 1,25; 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т – на 17; 20 і 29% – для каталази; 17; 20 та 24% – пероксидази і 16; 19; 23% – поліфенолоксидази; у варіантах Меланоріз 1,0; 1,25; 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 10; 14 і 23% – для каталази; 12; 15 і 22% – пероксидази та 12; 15 і 22% – поліфенолоксидази.

Найвищу активність ферментів одержано у варіантах з комплексним застосуванням біологічних препаратів: Меланоріз 1,0; 1,25; 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, де перевищення до контролю для каталази складало 7,7; 8,7 та 11,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв., пероксидази – 17,8; 19,6 та 21,4 мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв., поліфенолоксидази – 7,6; 8,6 та 12,0 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв. за HPR_{05} 1,3; 3,4 і 1,9 відповідно, що є достовірним на зазначеному порозі вірогідності. Подібні результати активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз у фазу цвітіння рослин вівса голозерного було одержано у польових дослідях 2020 та 2021 рр. (Додаток А, табл. А.5, А.6).

Аналізуючи активність окисно-відновних ферментів рослин вівса у фазу цвітіння в середньому за 2019–2021 рр. була відмічена подібна закономірність (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, середнє 2019–2021 рр.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол-оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	30,9	77,9	36,3
Меланоріз 1,0 л/т	32,3	82,4	38,6
Меланоріз 1,25 л/т	33,3	83,8	39,9
Меланоріз 1,5 л/т	34,6	87,3	41,9
Агролайт 0,26 л/т	32,7	82,4	39,1
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	36,1	90,5	42,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	37,1	92,7	43,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	39,7	94,9	45,2
Агролайт 1,0 л/га	32,1	80,2	38,1
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	34,2	86,4	41,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	35,3	88,9	42,4
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	38,2	93,9	44,5
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	33,4	84,5	40,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	40,5	96,7	45,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	41,5	98,8	46,8
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	43,9	103,6	49,6
<i>НІР₀₅*</i>	<i>1,1–1,5</i>	<i>2,4–3,4</i>	<i>1,1–1,9</i>

Примітка: * – наведено максимальні і мінімальні значення за роки досліджень

Так, за використання Меланорізу у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т та Агролайту у нормі 0,26 л/т як окремо, так і сумісно активність антиоксидантних ферментів у варіантах досліджу зростала. Водночас

найвищою вона була у варіанті за обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз (1,25 і 1,5 л/т) і Агролайт (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів Агролайтом (1,0 л/га), що перевищувало контроль за активністю каталази на 31–42%, пероксидази – 24–33%, поліфенолоксидази – 26–37%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки:

- Мікробний препарат Меланоріз та регулятор росту рослин Агролайт позитивно впливають на активізацію окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази), що є наслідком інтенсифікації проходження в рослинах обмінних процесів, активними та безпосередніми учасниками яких у рослинному організмі є ферменти.

- Комплексне використання мікробного препарату Меланоріз із регулятором росту рослин Агролайт зумовлює різну ступінь активності антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного, яка залежить в значній мірі від норм та способів внесення даних біологічних препаратів.

- Найвищий рівень активності ферментів у рослинах вівса простежується за комплексного застосування для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,25 і 1,5 л/га з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням по даному фону посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що, з одного боку, є наслідком інтенсифікації рослинно-мікробних взаємодій, з іншого – підвищення рівня в рослинах вівса ендогенних гормонів – активаторів росту.

3.2. Формування пігментного комплексу листкового апарату

Для проходження фотосинтезу в клітинах рослин необхідна наявність хлорофілу. Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілів *a* і *b* є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним з найважливіших

показників, що визначає кількість і якість врожаю [59, 64, 261]. Дослідженнями доведено, що під час дії стресових чинників (підвищена і знижена температура, висока інтенсивність видимого світла, ультрафіолетове випромінювання, важкі метали, пестициди) фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, у тому числі й фотосинтез, зазнають значних змін, що відображають направленість адаптивних реакцій у рослинах та впливають на інтенсивність нагромадження органічної речовини [66, 68, 71, 262].

Одним із чинників, що позитивно впливають на формування фотосинтетичних показників рослин, є застосування регуляторів росту рослин і мікробних препаратів, які поряд із новими сучасними сортами і гібридами сільськогосподарських культур розглядаються як екологічно безпечні та економічно доцільні засоби підвищення їх продуктивності [82, 84, 96].

Ряд науковців констатують [78, 80, 81, 96, 263], що у більшості випадків регулятори росту рослин і мікробні препарати стимулюють накопичення рослинами хлорофілу, підвищують фотосинтетичну активність хлоропластів та чисту продуктивність фотосинтезу.

Виходячи з цього, важливим завданням наших досліджень було встановити зміни у пігментному комплексі листків вівса голозерного за використання мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт, що дозволило б розкрити основні напрями та специфіку формування пігментного комплексу рослин, від якого залежить синтез органічної речовини та формування продуктивності посівів.

Проведені дослідження засвідчили залежність вмісту хлорофілу в листках вівса голозерного від норм використання МБП Меланоріз, внесеного роздільно і в комплексі з РРР Агролайт, та від погодних умов, що складалися у роки проведення досліджень (табл. 3.5). Так, отримані дані з вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного узгоджуються із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимом для рослин у 2020 і 2021 рр., менш сприятливими – 2019 р.

Таблиця 3.5

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, фаза виходу в трубку)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,290	1,408	1,379	1,359
Меланоріз 1,0 л/т	1,315	1,450	1,393	1,386
Меланоріз 1,25 л/т	1,331	1,470	1,420	1,407
Меланоріз 1,5 л/т	1,360	1,494	1,447	1,434
Агролайт 0,26 л/т	1,318	1,457	1,413	1,396
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,379	1,533	1,470	1,460
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,394	1,549	1,489	1,477
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,429	1,576	1,517	1,507
Агролайт 1,0 л/га	1,309	1,446	1,389	1,381
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,352	1,485	1,437	1,425
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,367	1,521	1,457	1,448
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,400	1,567	1,501	1,489
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,339	1,477	1,429	1,415
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,445	1,585	1,530	1,520
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,482	1,605	1,549	1,545
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,549	1,650	1,584	1,594
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,015</i>	<i>0,011</i>	<i>0,017</i>	

Аналізуючи сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного у 2019 р., можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т він перевищував контрольні показники на 2; 3 і 5%. Активніше накопичення фотосинтетичних пігментів проходило у варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовували суміш РРР Агролайт і МБП Меланоріз. Так, за сумісного використання Меланорізу (у нормах 1,0–1,5 л/т) і Агролайту (у нормі 0,26 л/т) вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса порівняно із контролем збільшувався на 7–11%. Використання Меланорізу у

нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури Агролайту 1,0 л/га забезпечило зростання досліджуваного показника до контролю на 5; 6 і 9% відповідно. Поряд з тим найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) із Агролайтом (0,26 л/т) за наступного обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), що на 12; 15 і 20% перевищувало показники в контролі.

Подібна залежність із вмістом зелених пігментів була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз і Агролайт з наступною обробкою посівів Агролайтом, де перевищення до контрольного варіанту складало 12–17%.

Аналіз одержаних даних із вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного у фазу цвітіння продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних норм Меланорізу та способів внесення Агролайту (табл. 3.6). Так, у 2019 р. за дії Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса збільшувався відносно контролю на 0,013; 0,035 і 0,052% на суху речовину.

За комплексного використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т перевищення за вмістом суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 0,064; 0,076 і 0,088% на суху речовину. Проте найвищі показники вмісту хлорофілу в листках вівса були відмічені за сумісного використання для передпосівної обробки насіння Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т за наступного обприскування вегетуючих рослин Агролайтом 1,0 л/га, де перевищення до контролю складало 0,091; 0,096 і 0,106% на суху речовину.

Подібні залежності у формуванні пігментного комплексу у фазі цвітіння були відмічені і в 2020 та 2021 рр.

Таблиця 3.6

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, фаза цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,537	1,709	1,610	1,619
Меланоріз 1,0 л/т	1,550	1,724	1,631	1,635
Меланоріз 1,25 л/т	1,572	1,743	1,660	1,658
Меланоріз 1,5 л/т	1,589	1,764	1,668	1,674
Агролайт 0,26 л/т	1,564	1,733	1,634	1,644
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,601	1,777	1,671	1,683
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,613	1,786	1,684	1,694
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,625	1,800	1,690	1,705
Агролайт 1,0 л/га	1,541	1,716	1,618	1,625
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,584	1,759	1,652	1,665
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,596	1,768	1,669	1,678
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,619	1,793	1,688	1,700
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,579	1,750	1,646	1,658
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,628	1,806	1,692	1,709
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,633	1,820	1,699	1,717
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,643	1,850	1,707	1,733
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,012</i>	<i>0,014</i>	<i>0,010</i>	

У середньому за три роки досліджень найактивніше нагромадження хлорофілів відбувалося у варіантах за комплексного застосування препаратів Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, де перевищення за вмістом хлорофілів *a+b* відносно контролю складало 6–7%.

З метою більш ретельного з'ясування дії досліджуваних препаратів на формування пігментного комплексу вівса голозерного нами в 2020 р. було проведено експериментальні дослідження у суворо контрольованих умовах (табл. 3.7).

Результати виконаних досліджень засвідчили, що за використання Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т вміст хлорофілу *a* в листках вівса голозерного у відношенні до контролю зростав на 0,018; 0,030 та 0,055% на суху речовину, хлорофілу *b* – 0,003; 0,009 та 0,016% на суху речовину, у цілому сума хлорофілів *a* і *b* перевищувала контроль на 3; 5 та 10% відповідно.

Таблиця 3.7

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, 20 доба після обробки рослин Агролайтом)

Варіант досліджу	Хл _{<i>a</i>}	Хл _{<i>b</i>}	Хл _(<i>a</i>+<i>b</i>)
Без застосування препаратів (контроль)	0,594	0,153	0,747
Меланоріз 1,0 л/т	0,612	0,156	0,768
Меланоріз 1,25 л/т	0,624	0,162	0,786
Меланоріз 1,5 л/т	0,649	0,169	0,818
Агролайт 0,26 л/т	0,617	0,157	0,774
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,675	0,177	0,852
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,690	0,181	0,871
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,710	0,187	0,897
Агролайт 1,0 л/га	0,610	0,155	0,765
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,638	0,166	0,804
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,665	0,173	0,838
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,702	0,184	0,886
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,630	0,164	0,794
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,739	0,189	0,928
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,766	0,198	0,964
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,880	0,210	1,090
<i>НІР₀₁</i>	<i>0,041</i>	<i>0,012</i>	<i>0,037</i>

За сумісного застосування Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми із наростанням норми внесення Меланорізу зростали і

перевищення відносно контролю коливалось у межах: 14–20% – для хлорофілу *a*; 16–22% – для хлорофілу *b*; 14–20% – для суми хлорофілів *a* і *b*.

Використання Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т для обробки насіння з наступною обробкою посівів Агролайтом 1,0 л/га забезпечило дещо нижчі показники вмісту хлорофілів у листках вівса голозерного відносно комплексного застосування МБП і РРР для передпосівної обробки насіння, проте їх перевищення відносно контролю для хлорофілу *a* становило у межах 7–18%; для хлорофілу *b* – 8–20%, суми хлорофілів *a* і *b* – 8–19%.

Найвищі показники з вмісту хлорофілів простежувались у листках вівса за використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т сумісно з Агролайтом 0,26 л/т та з наступним обприскуванням посівів Агролайтом 1,0 л/га, де перевищення контролю складало: 0,145; 0,172 і 0,286% на суху речовину – для хлорофілу *a*; 0,036; 0,045 і 0,057% на суху речовину – для хлорофілу *b* та – 0,181; 0,217 і 0,343% на суху речовину – для суми хлорофілів *a+b* за НІР₀₁ відповідно 0,041; 0,012 та 0,037 мг/г сирої маси.

Дані з вмісту хлорофілів у листках вівса голозерного свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на процеси накопичення даних сполук у рослинах, що, очевидно, може бути підтверджено, з одного боку, покращенням азотного живлення рослин за рахунок діяльності мікробіоти МБП, з іншого боку – безпосереднім стимулювальним впливом РРР на синтез даних сполук. Ці припущення узгоджуються з даними інших дослідників [32, 74, 124].

Отже, комплексне використання Меланорізу і Агролайту для обробки насіння перед сівбою та обприскування посівів Агролайтом по сходах забезпечує суттєве зростання вмісту зелених пігментів у листках вівса голозерного, що може свідчити про створення більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, за рахунок безпосередньої стимулювальної дії біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу литкового апарату культури.

3.3. Інтенсивність дихання

Для процесу дихання необхідний кисень і його вміст визначає швидкість світлового дихання листків. Однак, дихання може змінюватися залежно від умов зовнішнього середовища та активності проходження в тканинах і органах рослини біохімічних реакцій.

Співвідношення CO_2 і O_2 у хлоропласті визначає характер розщеплення молекул рибулозодифосфату. Якщо при їх розщепленні приєднуються молекули CO_2 , то утворюється гліколева кислота, яка є субстратом світлового дихання, що здійснюється послідовно в хлоропластах, пероксисомах та мітохондріях. Тому, співвідношення інтенсивностей фотосинтезу і світлового дихання залежить від концентрацій CO_2 і O_2 .

Доведено, що світлове дихання перевищує темнове у 3–4 рази та знижує інтенсивність накопичення вуглеводів у процесі фотосинтезу. Однак, воно є найважливішим шляхом засвоєння азоту і синтезу амінокислот, необхідних для забезпечення клітин енергією на світлі та для транспорту асимілятів [87, 265].

Результати проведених досліджень показали, що різні норми мікробного препарату Меланоріз та способи застосування регулятора росту рослин Агролайт накладали свій вплив на інтенсивність дихання рослин вівса голозерного, що є свідченням регулювання процесів біологічного окиснення. Так, аналізуючи інтенсивність дихання рослин вівса у фазу виходу в трубку в 2019 р., можна констатувати, що з наростанням норми використання для передпосівної обробки насіння Меланорізу до 1,5 л/т вона зростала до 5%; за використання Меланорізу в нормі до 1,5 л/т в суміші з Агролайтом (0,26 л/т) – до 13% (Додаток Б., табл. Б.1). За використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з наступною обробкою вегетуючих рослин РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га інтенсивність дихання перевищувала контрольні показники відповідно на 5–9%, у той час

як за комплексного використання препаратів – Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт у нормі 0,26 л/т + Агролайт у нормі 1,0 л/га – на 14–28%.

Подібні дані з залежності інтенсивності дихання рослин вівса голозерного були відмічені в варіантах дослідів у 2020–2021 рр. досліджень.

У середньому за 2019–2021 рр. досліджень передпосівна інокуляція насіння МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т зумовлювала зростання інтенсивності дихання рослин вівса на 4; 6 та 7% відповідно до норм препарату проти контролю (рис. 3.1).

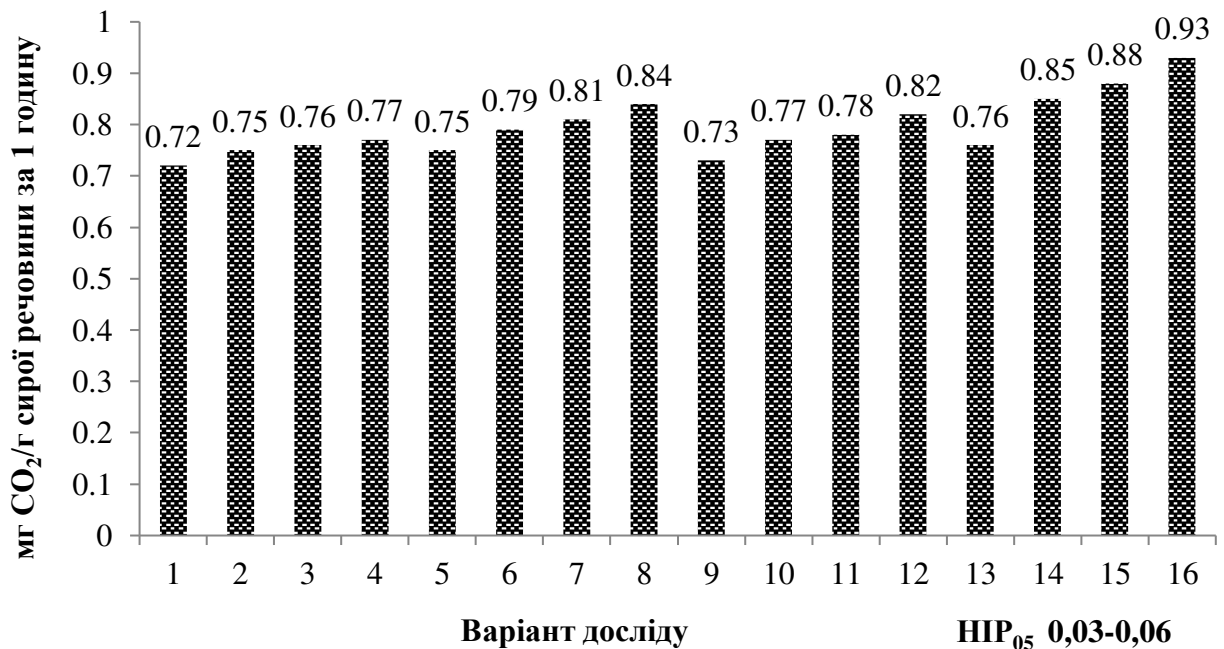


Рис. 3.1. Інтенсивність дихання рослин вівса голозерного за використання МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, середнє за 2019–2021 рр.)

1. Без застосування препаратів (контроль); 2. Меланоріз 1,0 л/т; 3. Меланоріз 1,25 л/т; 4. Меланоріз 1,5 л/т; 5. Агролайт 0,26 л/т; 6. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 7. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 8. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 9. Агролайт 1,0 л/га; 10. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 11. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 12. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 13. Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 14. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 15. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 16. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.

За сумісного використання для обробки насіння перед сівбою Меланорізу у нормах від 1,0 до 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т спостерігалось підвищення інтенсивності дихання рослин у порівнянні із контрольним варіантом на 10–17% та 6–13% – у відношенні варіанту окремої дії Агролайту у нормі 0,26 л/т. Одержані дані можуть опосередковано свідчити про зростання активності синтезу в процесі дихання рослин вівса голозерного макроенергетичних сполук АТФ та НАДФ*Н₂.

Зростання інтенсивності дихання на 1% у порівнянні з контролем спостерігалось за внесення у посівах РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га.

Застосування Агролайту на фоні обробки насіння Меланорізом у нормах 1,0–1,5 л/т підвищувало інтенсивність дихання рослин до 0,77–0,82 мг СО₂/г сирової речовини за 1 годину, що перевищувало контроль на 7–14%.

За комплексного застосування Агролайту, а саме обробка насіння та обприскування рослин, інтенсивність дихання перевищувала показники контролю на 6%. Необхідно відмітити, що найвищий показник інтенсивності дихання спостерігався за комбінованого застосування передпосівного обробітку насіння сумішшю препаратів з наступною обробкою посівів регулятором росту рослин. Зокрема, найбільше підвищення показників інтенсивності дихання рослин вівса голозерного було відмічено за використання Меланорізу у нормі 1,5 л/т у суміші з Агролайтом у нормі 0,26 л/т для обробки насіння та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що забезпечило перевищення контрольного показника на 29%.

Вивчаючи інтенсивність дихання у наступну фазу вегетації, а саме в фазу цвітіння вівса, та порівнюючи її із попередньою фазою розвитку рослин, можна констатувати підвищення даного показника. Очевидно, це є наслідком зростання активності проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах (Додаток Б., табл. Б.2, рис. 3.2). Так, за використання Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т для передпосівної обробки насіння інтенсивність дихання рослин вівса у 2019 р. перевищувала контрольний показник на 0,02;

0,03 та 0,06 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину відповідно за НІР₀₅ 0,03 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

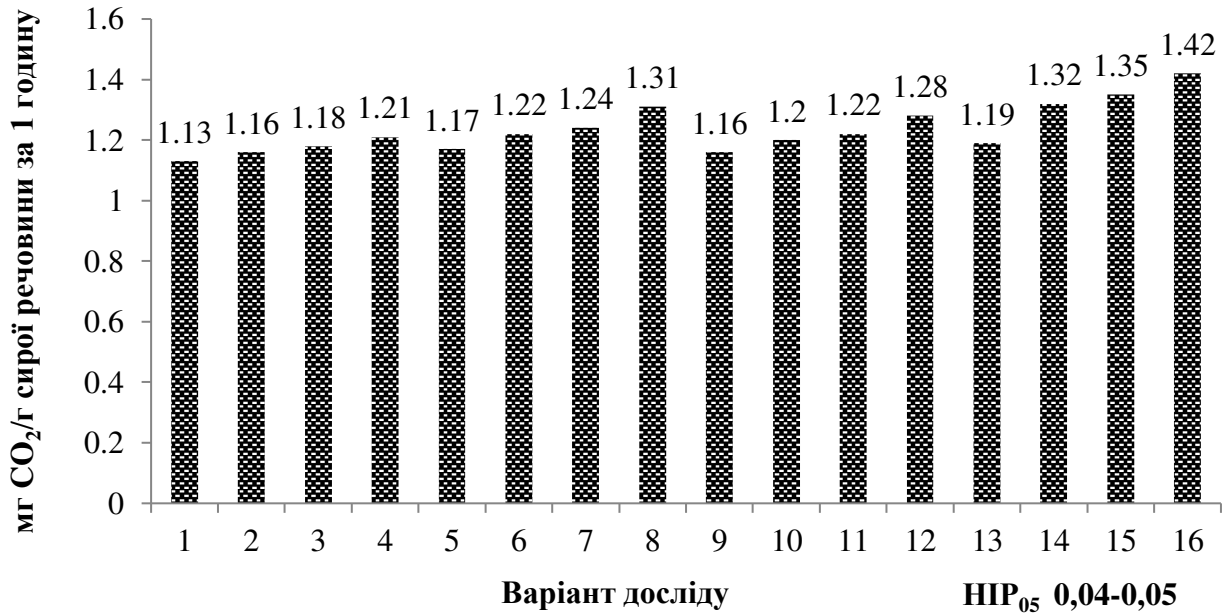


Рис. 3.2. Інтенсивність дихання рослин вівса голозерного за використання МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, середнє за 2019–2021 рр.)

1. Без застосування препаратів (контроль); 2. Меланоріз 1,0 л/т; 3. Меланоріз 1,25 л/т; 4. Меланоріз 1,5 л/т; 5. Агролайт 0,26 л/т; 6. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 7. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 8. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т; 9. Агролайт 1,0 л/га; 10. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 11. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 12. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 13. Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 14. Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 15. Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га; 16. Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га.

Використання комплексної обробки насіння вівса голозерного перед сівбою Меланорізом 1,0; 1,25; 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т забезпечило перевищення контрольного показника на 0,07; 0,09 та 0,15 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину, а обробка посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га на фоні використання комплексу цих препаратів – на 0,17; 0,19 та 0,24 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину відповідно за НІР₀₅ 0,03 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

У середньому за 2019–2021 рр. використання Меланорізу (1,0–1,5 л/т) для обробки насіння сприяло зростанню досліджуваного показника на 3–7%, а за обробки насіння сумішшю Меланорізу (1,0–1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) – на 8–16% проти контролю (рис. 3.2).

Поєднання технологічних заходів, а саме передпосівної обробки насіння Меланорізом у нормі 1,0–1,5 л/т та обробки посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, забезпечило зростання інтенсивності дихання рослин у порівнянні із варіантом окремої дії на посіви Агролайту в нормі 1,0 л/га на 4–11% та 6–13% – проти контролю.

Істотне зростання показника інтенсивності дихання відмічено у варіантах досліду з комплексним застосуванням препаратів Меланоріз і Агролайт для обробки насіння та внесення по даному фону Агролайту. Так, за даного поєднання препаратів за норми Меланорізу 1,5 л/т показник інтенсивності дихання перевищував контрольний варіант на 26%.

Таким чином, можна стверджувати, що застосування в посівах вівса голозерного МБП Меланоріз і РРР Агролайт забезпечує значну активізацію процесів дихання в рослинах, інтенсивність яких зумовлює енергетичний потенціал ростових та продукційних процесів. Узагальнюючий розрахунок за індикаторною ознакою «інтенсивність дихання» – «активність антиоксидантних ферментів» засвідчив тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,81$), оскільки ферменти є безпосередніми та активними учасниками процесу дихання.

3.4. Анатомо-морфологічні зміни в листковому апараті

У зв'язку зі зростаючими обсягами застосування мікробних препаратів, регуляторів росту рослин, пестицидів та інших біологічно активних сполук у сільськогосподарському виробництві особливого значення набуває питання з'ясування механізму дії цих речовин на рослинні організми, зокрема на

клітинні й тканинні структури, від функціонування яких залежить формування врожайності та якості врожаю [91, 93, 266].

Будь-які зміни в анатомічній і морфологічній структурі зародкових органів зумовлюють формування відповідної будови листкового апарату і стебла рослин, що може свідчити про ступінь і глибину впливу агента на рослинний організм та про його стійкість до дії відповідних препаратів [94, 267]. Тому анатомічна і морфологічна будова рослин, яка, з одного боку, в певній мірі визначає вибірковість дії біологічних препаратів у початковий період після їх внесення, з іншого – може виступати важливим показником, який в більш пізні фази росту й розвитку рослини відображає ступінь, глибину та механізм дії препаратів на рослинний організм [22, 242].

Значний вплив на формування анатомічної і морфологічної будови рослин мають екзогенні РРР та МБП. Як свідчать дослідження [95, 99, 102, 268, 269], у більшості випадків вони сприяють підвищенню мітотичної активності в меристемах рослин, проте механізми їх дії на рослинний організм, зокрема на анатомічну будову епідермісу листків, яка відображає реакцію рослин на умови вирощування та від якої залежить формування відповідної будови листкового апарату, є з'ясованими недостатньо.

Отже, сучасний стан питання засвідчує те, що даних із впливу мікробних препаратів та регуляторів росту рослин на формування анатомічної будови сільськогосподарськими культурами нагромаджено недостатньо, водночас експериментальний матеріал стосовно сумісного застосування МБП і РРР на анатомічну структуру листкового апарату вівса голозерного – практично відсутній. У зв'язку з цим, зважаючи на вищевикладене, важливим було встановити, як роздільне та комплексне застосування мікробних препаратів із регуляторами росту рослин впливає на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату вівса голозерного як показника, що відображає глибину інтегральних змін у рослинному організмі.

У результаті виконаних анатомічних досліджень встановлено, що формування показників анатомічної структури епідермісу листкового апарату

вівса голозерного залежало від норм використання МБП Меланоріз за різних способів застосування РРР Агролайт, погодних умов, що складались під час вегетації культури. Так, аналізуючи кількість клітин епідермісу на 1 мм^2 поверхні листка у 2019 р. за дії Меланорізу, можна відмітити, що за норм препарату 1,0–1,5 л/т їх кількість зменшувалась і складала 298–286 шт./мм² при 306 шт./мм² в контролі і НІР₀₅ 4,0 (табл. 3.8). При застосуванні цих же норм МБП Меланоріз сумісно з РРР Агролайт (0,26 л/т) кількість клітин на 1 мм^2 поверхні листка продовжувала зменшуватись і складала відповідно 284–276 шт./мм².

Зменшення кількості клітин епідермісу листка вівса голозерного у варіантах досліду із сумісним застосуванням для обробки насіння Меланорізу і Агролайту супроводжувалось збільшенням їх розмірів та площі.

Так, якщо при використанні Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т площа однієї клітини епідермісу листка вівса голозерного збільшувалась у порівнянні до контролю на 60; 98 і 153 мкм² відповідно, то у варіантах досліду із внесенням тих же норм МБП разом із Агролайтом у нормі 0,26 л/т площа однієї клітини епідермісу відповідно збільшувалась на 206; 284 і 439 мкм² і НІР₀₅ 128.

Подальший аналіз одержаних експериментальних даних показав, що за дії Меланорізу (1,0–1,5 л/т) з РРР Агролайт (1,0 л/га) кількість клітин епідермісу на 1 мм^2 листка вівса голозерного в порівнянні з контролем теж зменшувалась (289–279 при 306 шт./мм² у контролі), але при цьому також збільшувались розміри клітини і їх площа (на 15–35% у порівнянні з контролем). Дещо більша площа клітин була відмічена у варіантах досліду за використання для обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) й Агролайту (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів вівса голозерного Агролайто (1,0 л/га), де у порівнянні з варіантами Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) площа клітин збільшувалася на 408; 460; 632 мкм² відповідно. Ці ж варіанти досліду у порівнянні з контролем забезпечили збільшення площі клітин на 65–112%.

Таблиця 3.8

Анатомічна будова епідермісу листків вівса голозерного за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2019 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин, шт./мм ²	Розмір однієї клітини, мкм		Площа клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль)	306	98,7	9,6	948	1,00
Меланоріз 1,0 л/т	298	100,0	10,1	1010	0,97
Меланоріз 1,25 л/т	294	101,6	10,3	1046	0,96
Меланоріз 1,5 л/т	286	102,9	10,7	1101	0,93
Агролайт 0,26 л/т	297	100,7	10,2	1027	0,97
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	284	104,0	11,1	1154	0,93
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	280	105,3	11,7	1232	0,92
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	276	106,7	13,0	1387	0,90
Агролайт 1,0 л/га	300	99,2	10,0	992	0,98
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	289	102,6	10,6	1088	0,94
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	285	103,5	10,8	1118	0,93
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	279	105,9	12,1	1281	0,91
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	292	102,2	10,4	1063	0,95
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	270	107,7	14,5	1562	0,88
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	261	109,9	15,4	1692	0,85
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	250	115,5	17,4	2010	0,82
<i>НІР₀₅</i>	<i>4,0</i>	<i>1,0</i>	<i>0,3</i>	<i>128</i>	—

Такі зміни в анатомічній структурі листків, вочевидь, є наслідком покращення умов росту і розвитку рослин у результаті дії біологічних препаратів. Крім того, за обробки посівів Агролайтом і Меланорізом у

тканинах рослин спостерігалось зростання активності антиоксидантних ферментів, вмісту пігментів, тощо, що в цілому на молекулярному рівні зумовлювало стимуляцію в проходження фізіологічних процесів росту і ділення клітин.

Аналогічні дані були одержані нами і в 2020 р. (табл. 3.9). Однак, необхідно відмітити, що в цей рік досліджень кількість клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка була нижчою, ніж у 2019 р., що свідчить про залежність формування анатомічної структури листкового апарату вівса голозерного від погодних умов.

Так, якщо у 2019 р. кількість клітин епідермісу листка складала 306 шт./мм², то у 2020 р. – 204 шт./мм². Ці дані узгоджуються з висновками інших учених [97, 102, 270], які зазначають, що за менш сприятливих погодних умов (підвищена температура повітря, недостатня кількість опадів та ін.) рослини формують дрібноклітинний листковий апарат, чим захищають себе як від підвищеної температури та нестачі вологи, так і від надмірного випаровування води листками. Водночас за сприятливих погодних умов рослини формують крупні клітини, що зумовлює зменшення їх числа на поверхні листка. Саме це й було характерно для 2020 р. досліджень.

Аналізуючи експериментальні дані 2020 р. за варіантами досліду, можна відмітити, що як і в 2019 р. із наростанням норм застосування Меланорізу до 1,5 л/т кількість клітин епідермісу на одиниці поверхні листка зменшувалась, особливо у варіантах досліду, де МБП застосовували в сумішах з Агролайтом (0,26 л/т). Дещо вища площа однієї клітини епідермісу за меншого їх числа на поверхні формувалась у варіанті Меланоріз (1,5 л/т) + Агролайт (0,26 л/т), що на 584 мкм² перевищувало контроль.

Найбільше зростання площі однієї клітини епідермісу листків рослин вівса голозерного спостерігалось за комплексного застосування для обробки насіння Меланорізу і Агролайту з наступним обприскуванням посівів Агролайтом. Зокрема, у цих варіантах досліду площа клітин перевищувала контроль на 40–53%.

Таблиця 3.9

Анатомічна будова епідермісу листків вівса голозерного за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2020 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин, шт./мм ²	Розмір однієї клітини, мкм		Площа клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль)	204	115,2	18,1	2085	1,00
Меланоріз 1,0 л/т	198	117,0	18,5	2165	0,97
Меланоріз 1,25 л/т	195	120,7	18,8	2269	0,96
Меланоріз 1,5 л/т	191	122,7	19,2	2356	0,94
Агролайт 0,26 л/т	196	118,0	18,6	2195	0,96
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	190	124,3	19,9	2474	0,93
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	188	125,2	20,3	2542	0,92
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	184	125,9	21,2	2669	0,90
Агролайт 1,0 л/га	199	115,9	18,5	2144	0,98
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	193	122,1	19,1	2332	0,95
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	190	123,4	19,5	2406	0,93
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	186	125,6	20,5	2575	0,91
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	194	121,3	18,9	2293	0,95
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	180	127,5	22,9	2920	0,88
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	174	128,4	23,7	3043	0,85
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	162	130,0	24,5	3185	0,79
<i>НІР₀₅</i>	<i>6,0</i>	<i>2,1</i>	<i>0,4</i>	<i>130</i>	—

Зменшення числа клітин епідермісу листків вівса голозерного з одночасним зростанням їх площі простежувалося і в дослідженнях 2021 року

(табл. 3.10). Так, у варіантах досліду із сумісним застосуванням Меланорізу у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т перевищення площі однієї клітини епідермісу відносно контролю складало відповідно на 302; 474; 641 мкм² та – 286; 371; 538 мкм² – проти варіантів досліду з окремою дією Агролайту в нормі 0,26 л/т за НІР₀₅ 118 мкм².

Значне зменшення кількості клітин спостерігалось за сумісного застосування Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) з наступною обробкою вегетуючих рослин Агролайтом (1,0 л/га). Дана композиція забезпечила зростання площі однієї клітини відносно контролю на 56–84%.

Для з'ясування глибини впливу досліджуваних препаратів на формування анатомічної структури листків вівса голозерного було розраховано коефіцієнт морфоструктури (Км), запропонований В. П. Карпенком [242, 257]. Цей показник дає можливість більш повно простежити ступінь впливу певного чинника, зокрема в даному випадку різних норм МБП Меланоріз та способів застосування РРР Агролайт, на рослини та розробити і оптимізувати заходи, направлені на їх використання.

Як свідчить методика розрахунків, чим менше значення Км, тим оптимальний за морфоструктурою листковий апарат, що характерний для мезофітних рослин з високою продуктивністю. Якщо Км рівний або більший за одиницю, то формується менш продуктивний листковий апарат, що характеризується ознаками ксероморфності.

Коефіцієнт розраховували за відношенням кількості клітин епідермісу на одиниці поверхні листка у варіанті із застосуванням препарату (n) до кількості клітин епідермісу у варіанті без застосування препарату (n₁) (контроль) за формулою:

$$K_m = n/n_1.$$

Розрахунки Км засвідчили (табл. 3.8–3.10), що в середньому за 2019–2021 рр. ці показники в варіантах Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т складали 0,80–

0,97, Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т – 0,75–0,93; Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 0,67–0,88.

Таблиця 3.10

Анатомічна будова епідермісу листків вівса голозерного за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2021 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин, шт./мм ²	Розмір однієї клітини, мкм		Площа клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль)	292	101,3	12,7	1287	1,00
Меланоріз 1,0 л/т	263	103,3	13,3	1374	0,90
Меланоріз 1,25 л/т	246	104,4	13,7	1430	0,84
Меланоріз 1,5 л/т	235	106,9	15,1	1614	0,80
Агролайт 0,26 л/т	250	103,7	13,4	1390	0,86
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	231	108,1	15,5	1676	0,79
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	227	109,4	16,1	1761	0,78
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	220	114,1	16,9	1928	0,75
Агролайт 1,0 л/га	275	102,4	13,1	1341	0,94
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	239	105,9	14,9	1578	0,82
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	234	107,3	15,4	1652	0,80
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	226	111,9	16,5	1846	0,77
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	245	105,0	14,2	1491	0,84
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	217	115,4	17,4	2008	0,74
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	209	116,8	17,8	2079	0,72
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	197	120,6	19,6	2364	0,67
<i>HIP₀₅</i>	<i>7,0</i>	<i>2,5</i>	<i>0,5</i>	<i>118</i>	—

Одержані дані демонструють забезпечення найбільш сприятливих умов для формування анатомічної структури листкового апарату вівса голозерного мезоморфного типу за використання у посівах комплексу препаратів – МБП (обробка насіння) + РРР (обробка насіння) + РРР (обробка посівів).

Отже, вищенаведений експериментальний матеріал дає підставу зробити висновок: що МБП Меланоріз і РРР Агролайт здатні суттєво впливати на проходження обмінних процесів у рослинах, що відповідним чином відображається на основних стадіях розвитку клітин (ембріональна, розтягування і диферинціації) та анатомічній структурі окремих тканин і органів; за сумісного їх застосування простежується стимулюючий вплив, який виражається у формуванні анатомічної структури листкового апарату мезоморфного типу (коефіцієнт морфоструктури складає 0,67–0,97).

3.5. Формування площі листкового апарату

Мікробні препарати і регулятори росту рослин виявляють комплексний вплив на фізіолого-біохімічні й обмінні процеси в рослинних організмах, що супроводжується антистресовою дією і реалізацією закладеного в рослинах потенціалу продуктивності [107, 114, 120, 271, 272].

Формування оптимальної площі листкової поверхні характеризує вплив елементів технології вирощування на формування врожаю. Л. А. Герасименком [273] встановлено, що кращі умови для отримання високих урожаїв створюються за формування більших площі листкової поверхні та тривалості вегетації і фотосинтетичного потенціалу.

Літературні дані свідчать [121, 124, 132, 139, 274, 275] про можливість керування продукційним процесом багатьох сільськогосподарських культур за рахунок використання біологічних препаратів. Зокрема встановлено, що за дії РРР і МБП для обробка насіння сільськогосподарських культур, як окремо, так і в поєднанні із посходовим внесенням цих же препаратів, рослинами формується потужний фотосинтетичного апарат.

Від сформованої площі фотоактивної асиміляційної поверхні залежить фотосинтетична продуктивність посівів. Водночас розмір площі листків напряду залежить від умов вирощування, що складаються у посівах.

У результаті досліджень, виконаних з визначення площі листків рослин вівса голозерного залежно від застосовуваних норм мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт, нами встановлено, що показники листкової поверхні у роки проведення досліджень були різними, що свідчить про їх залежність не тільки від дії препаратів, але й від погодних умов. Так, загальна площа листкової поверхні вівса у фазу виходу в трубку становила в контролі у 2019 р. – 43,4; у 2021 р. – 53,5; у 2021 р. – 46,8 см², що узгоджується із погодними умовами, які були найсприятливішими для рослин у 2020 р. (табл. 3.11). Детальний аналіз експериментальних даних 2019 р. показав, що за обробки насіння Меланорізом у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т площа листкової поверхні рослин перевищила контроль на 1; 3 і 6% відповідно та на 8; 9 і 12% – за комплексної дії вищенаведених норм Меланорізу з РРР Агролайт (0,26 л/т). У разі обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га наростання площі листкової поверхні вівса голозерного виявилось незначним (лише 1%). Однак, порівнюючи показники за різних способів застосування регулятора росту, можна стверджувати, що за обробки Агролайтом насіння перед сівбою площа листкової поверхні рослин перевищила контроль на 2%. Вищу ефективність наростання фотосинтетичної поверхні було відмічено за використання у посівах вівса голозерного Аролайту, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння Меланорізом. Зокрема, за використання МБП у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т листкова поверхня вівса перевищила контроль на 5; 6 і 10%, а за використання цих же норм Меланорізу сумісно з Агролайтом (0,26 л/т) та обробкою Агролайтом (1,0 л/га) рослин на 13; 15 і 18% відповідно.

Очевидно, застосування такої композиції препаратів забезпечувало позитивну активізацію наростання площі листкового апарату, що обумовлювалось сумарною дією кількох чинників: фітоценотичного,

пов'язаного із покращенням ростових процесів; фізіолого-біохімічного, який реалізувався через складові препаратів, що належать до біологічно активних речовин, аналогів фітогормонів, мікроелементів, комплексу мікроорганізмів здатних активізувати ріст рослин, пригнічувати розвиток хвороб у посівах та підвищувати функціональну активність і продуктивність листкового апарату.

Таблиця 3.11

**Площа листків рослин вівса голозерного за використання МБП
Меланоріз та РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, см²/рослину)**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	43,4	53,5	46,8	47,9
Меланоріз 1,0 л/т	44,0	54,3	47,9	48,7
Меланоріз 1,25 л/т	44,7	55,5	48,7	49,6
Меланоріз 1,5 л/т	45,8	57,0	50,1	51,0
Агролайт 0,26 л/т	44,4	54,8	48,3	49,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	46,7	58,3	50,5	51,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	47,3	59,1	52,2	52,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	48,7	60,8	54,1	54,5
Агролайт 1,0 л/га	43,7	54,0	47,5	48,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	45,4	56,5	49,7	50,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	46,2	57,2	50,3	51,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	47,8	60,3	53,3	53,8
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	45,2	56,0	49,1	50,1
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	49,2	61,3	54,5	55,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	50,0	62,1	55,4	55,8
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	51,4	64,8	58,5	58,2
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,5</i>	<i>1,3</i>	

Аналогічна залежність наростання фотосинтетичної поверхні листків вівса від норм та способів застосування препаратів була відмічена нами і в 2020, 2021 рр. досліджень. Проте у 2020 р. показники площі листкового

апарату вівса голозерного були найвищими, що є результатом оптимального вологозабезпечення посівів у травні місяці. Так, за сумісної дії МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 та 1,5 л/т із Агролайтом (0,26 л/т) площа листків вівса у 2020 р. перевищувала контроль на 9; 10 та 14% відповідно, а за використання передпосівної обробки даною композицією препаратів з посходовим внесенням Агролайту у нормі 1,0 л/га фотосинтетична поверхня листків вівса збільшувалась відносно контролю на 15; 16 і 21% відповідно.

У середньому за три роки досліджень найбільша фотосинтетична поверхня листків вівса голозерного формувалась у варіантах сумісної дії Меланорізу (1,0; 1,25 та 1,5 л/т) із Агролайтом (0,26 л/т) за обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), де приріст площі листків до контролю склав 7,1; 7,9 і 10,3 см²/рослину відповідно, або – 15; 16 і 22%.

Аналізуючи формування листкового апарату вівса голозерного у фазі цвітіння, нами відмічено аналогічну залежність даного показника відповідно від норм і способів застосування препаратів.

Результати досліджень 2019 року показали, що за дії мікробного препарату Меланоріз на фоні різних способів застосування регулятора росту рослин Агролайт, площа листків вівса голозерного значно варіювала (табл. 3.12). Так, за самотійного використання для передпосівної обробки насіння вівса Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т вона перевищувала контроль на 2,7; 4,1 та 6,1 см²/рослину; за використання для передпосівної обробки насіння цих же норм Меланорізу у сумішах з Агролайтом 0,26 л/т – 8,4; 10,1 та 13,5 см²/рослину; водночас за використання для передпосівної обробки насіння Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з наступною обробкою посівів Агролайтом 1,0 л/га – 5,4; 7,3 та 11,5 см²/рослину, а за комплексного застосування препаратів Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 14,2; 15,8 та 20,3 см²/рослину і НІР₀₅ 2,8 см²/рослину.

Такі ж закономірності у формуванні площі листків вівса голозерного простежувались і в 2020 та 2021 рр.

Аналіз площі листків у середньому за три роки досліджень у варіантах із передпосівною обробкою насіння Меланорізом (1,0–1,5 л/т) продемонстрував її зростання до контролю на 2,0–5,5 см²/рослину.

Таблиця 3.12

**Площа листків рослин вівса голозерного за використання МБП
Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, см²/рослину)**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	67,4	81,3	72,5	73,7
Меланоріз 1,0 л/т	70,1	82,8	74,2	75,7
Меланоріз 1,25 л/т	71,5	84,6	75,3	77,1
Меланоріз 1,5 л/т	73,5	87,1	77,0	79,2
Агролайт 0,26 л/т	70,6	83,3	74,6	76,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	75,8	88,5	78,7	81,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	77,5	89,8	80,4	82,6
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	80,9	91,9	83,8	85,5
Агролайт 1,0 л/га	69,3	82,0	73,7	75,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	72,8	86,3	76,3	78,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	74,7	87,7	78,3	80,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	78,9	90,6	82,2	83,9
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	72,1	85,4	75,9	77,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	81,6	93,8	84,8	86,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	83,2	95,9	86,9	88,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	87,7	99,8	90,8	92,8
<i>НІР₀₅</i>	2,8	2,3	2,6	

Сумісне використання Меланорізу з Агролайтом для обробки насіння сприяло зростанню площі листків рослин вівса голозерного у порівнянні з контролем на 7,3–11,8 см²/рослину.

За обприскування посівів регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га площа листків рослин вівса зростала до контролю на 1,3 см²/рослину.

За обробки посівів Агролайтом на фоні дії Меланорізу у нормах від 1,0 до 1,5 л/т площа листків рослин вівса голозерного збільшувалася у відношенні до контролю на 4,8–10,2 см²/рослину, а проти варіанту окремої дії на посіви Агролайту у нормі 1,0 л/га – 3,5–8,9 см²/рослину.

Значний приріст площі листків рослин вівса голозерного у середньому за три роки було відмічено за комплексного застосування регулятора росту рослин Агролайт. Так, у варіанті Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га площа листків однієї рослини перевищувала контроль на 4,1 см²/рослину.

Значно активніше наростання листкової поверхні рослин вівса голозерного спостерігалось за поєднання передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату і регулятора росту рослин з наступним обприскуванням посівів регулятором росту рослин. Так, за комплексного використання препаратів для обробки насіння (Меланоріз 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів регулятором росту рослин (Агролайт у нормі 1,0 л/га) площа листків однієї рослини становила 86,7; 88,7 і 92,8 см²/рослину, що в середньому на 13,0–19,1 см²/рослину перевищувало показник контролю.

Одержаний матеріал з формування площі листків рослин вівса голозерного демонструє одержання в посівах найвищих показників за комплексного застосування препаратів – Меланоріз (1,0–1,5 л/т – обробка насіння) + Агролайт (0,26 л/т – обробка насіння) + Агролайт (1,0 л/га – обробка вегетуючих рослин), який тісно корелює з показником анатомічної морфоструктури ($r=0,84$) і є свідченням оптимального впливу даних композицій на проходження обмінних процесів у рослинах.

3.6. Динаміка ростових процесів

Рослини ростуть і розвиваються, створюючи досить потужну вегетативну масу і запас поживних речовин для того, щоб, перейшовши до генеративної фази, мати можливість формувати високий урожай.

Встановлено, що за дії МБП і РРР у посівах сільськогосподарських культур посилюється інтенсивність ростових процесів, зокрема висота рослин збільшується на 8–14%, біомаса – 17–24% [133, 135, 276], при цьому стимулюється нагромадження рослинами хлорофілу і проходження у них фотосинтетичних процесів [79, 96, 114, 277, 278].

За дії біологічних препаратів у рослин спостерігаються зміни у лінійних розмірах стебла, розвитку механічних тканин та провідної системи, будові листового апарату і його функціонуванні [21, 123, 279, 280]. Також інші автори [132, 133, 139, 141, 257, 281], за впливу біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, простежували активізацію проходження в рослинах обмінних процесів, формування рослинами більш потужної кореневої системи, що в цілому забезпечувало підвищення урожайності посівів.

Зважаючи на важливість питання комплексного використання біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, доцільним було встановити як різні норми мікробного препарату за різних способів внесення регулятора росту рослин впливають на формування ростових процесів у рослинах вівса голозерного.

Одержані експериментальні дані свідчать, що різні норми мікробного препарату Меланоріз, застосовані як окремо, так і в сумішах з регулятором росту рослин Агролайт, позитивно впливали на формування надземної біомаси рослинами вівса голозерного (табл. 3.13). Так, у 2019 р. у фазу виходу в трубку за обробки насіння вівса голозерного МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т маса рослин у варіантах дослідів перевищувала контроль на 0,21; 0,29 і 0,39 г; за обробки цими ж нормами препарату насіння

перед сівбою в суміші з РРР Агролайт 0,26 л/т – на 0,51; 0,60 і 0,75 г; за комплексного використання препаратів Меланоріз (обробка насіння в нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т) + Агролайт (обробка насіння нормою 0,26 л/т) + Агролайт (обробка рослин нормою 1,0 л/га) – на 0,85; 1,02 і 1,42 г за НІР₀₅ 0,17.

Таблиця 3.13

Надземна біомаса однієї рослини вівса голозерного за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, г)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	6,41	7,18	6,93	6,84
Меланоріз 1,0 л/т	6,62	7,32	7,10	7,01
Меланоріз 1,25 л/т	6,70	7,41	7,21	7,11
Меланоріз 1,5 л/т	6,80	7,53	7,34	7,22
Агролайт 0,26 л/т	6,65	7,42	7,14	7,07
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	6,92	7,68	7,45	7,35
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	7,01	7,75	7,55	7,44
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	7,16	7,96	7,76	7,63
Агролайт 1,0 л/га	6,56	7,27	7,05	6,96
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	6,78	7,50	7,29	7,19
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	6,86	7,60	7,37	7,28
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	7,08	7,85	7,74	7,56
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	6,72	7,47	7,27	7,15
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	7,26	8,10	7,90	7,75
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	7,43	8,24	8,07	7,91
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	7,83	8,43	8,36	8,21
НІР ₀₅	0,17	0,14	0,20	

Подібні експериментальні дані простежувались і в 2020 та 2021 рр. досліджень.

У середньому за три роки досліджень у варіантах МБП Меланоріз 1,0–1,5 л/т перевищення надземної біомаси рослин відносно контролю складало

2–6%; Меланоріз 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т – 7–12%; Меланоріз 1,0–1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 5–11%; Меланоріз 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га – 13–20%.

При дослідженні вегетативної маси рослин вівса голозерного у фазу цвітіння залежність нагромадження надземної біомаси від норм застосування Меланорізу та Агролайту зберігалась (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

**Надземна біомаса однієї рослини вівса голозерного за використання
МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, г)**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	9,14	10,30	10,01	9,82
Меланоріз 1,0 л/т	9,48	10,74	10,31	10,18
Меланоріз 1,25 л/т	9,61	10,99	10,44	10,35
Меланоріз 1,5 л/т	9,82	11,26	10,69	10,59
Агролайт 0,26 л/т	9,53	10,87	10,41	10,27
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	9,95	11,42	10,84	10,74
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	10,08	11,66	11,01	10,92
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	10,22	11,84	11,27	11,11
Агролайт 1,0 л/га	9,42	10,66	10,25	10,11
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	9,76	11,11	10,58	10,48
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	9,90	11,34	10,76	10,67
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,15	11,74	11,13	11,01
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	9,69	11,06	10,46	10,40
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,32	11,96	11,51	11,26
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,64	12,16	11,76	11,52
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,90	12,59	12,31	11,93
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,19</i>	<i>0,24</i>	<i>0,21</i>	

Так, у 2019 році досліджень у фазу цвітіння у варіантах досліджу із обробкою насіння вівса голозерного перед сівбою мікробним препаратом

Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т надземна біомаса рослин перевищувала показник контролю на 0,34; 0,47 і 0,68 г. За обробки насіння перед сівбою цими ж нормами МБП Меланоріз (1,0; 1,25 і 1,5 л/т) в суміші з РРР Агролайт (0,26 л/т) надземна біомаса рослин зростала до контролю на 0,81; 0,94 і 1,08 г, тоді як у порівнянні з варіантами використання лише Меланорізу – на 0,47; 0,47 і 0,40 г.

За комплексного використання у посівах вівса голозерного Меланорізу (обробка насіння в нормах 1,0; 1,25; 1,2 л/т) в суміші з Агролайтом (обробка насіння нормою 0,26 л/т) та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га надземна біомаса рослин вівса голозерного збільшувалась до контролю на 1,18; 1,50 і 1,76 г, що за НІР₀₅ 0,19 г було достовірним.

Формування найвищих показників біомаси рослин вівса голозерного за комплексного використання препаратів (обробка насіння + обробка рослин) свідчить про підсилення проходження в рослинах ростових процесів, які є наслідком, з одного боку, стимулювальної дії екзогенних фітогормонів, з іншого боку – покращення умов мінерального живлення за рахунок інтродукування на кореневу систему рослин корисних штамів мікроорганізмів.

У 2020 році простежувалась подібна залежність у формуванні надземної біомаси вівса голозерного за дії досліджуваних препаратів, однак найбільшою як і в 2019 році, вона була у варіанті комплексного використання Меланорізу (обробка насіння в нормі 1,5 л/т) з Агролайтом (обробка насіння нормою 0,26 л/т + обробка рослин нормою 1,0 л/га), що перевищувало контроль на 1,76 г за НІР₀₅ 0,24 г. Цей же варіант досліджу забезпечив формування найбільшої біомаси рослин вівса голозерного у середньому за 2019–2021 рр. досліджень.

Одночасно з дослідженням ростових процесів надземної біомаси вівса голозерного важливим було з'ясувати вплив препаратів на формування кореневої системи рослин. Оскільки застосування МБП і РРР може в значній мірі відображатися на її розвитку, що є одним із важливих фізіологічних

показників і впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Добре розвинена коренева система культурних рослин сприяє більш ефективному використанню вологи та поживних речовин із ґрунту, що призводить до покращення умов росту й розвитку рослин [15, 169, 172, 173, 186, 188, 283].

У результаті проведених досліджень встановлено, що у 2019 р. досліджень при застосуванні для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т маса коренів у шарі ґрунту 0–30 см порівняно з контролем збільшувалась відповідно на 3; 6 і 8% (табл. 3.15). Зростання маси кореневої системи відбувалось і в варіантах досліду із сумісним застосуванням для передпосівної обробки насіння МБП Меланоріз (1,0–1,5 л/т) з РРР Агролайт (0,26 л/т), що перевищувало контроль на 13–19% відповідно. Очевидно, що збільшення маси коренів вівса голозерного під дією досліджуваних препаратів відбувається за рахунок стимуляції ростових процесів, у тому числі й росту кореневої системи.

Посходове застосування Агролайту (1,0 л/га) збільшувало масу кореневої системи на 3%, у той час як обробка насіння лише Агролайтом (0,26 л/т) стимулювала наростання коріння на 4% порівняно з контрольним варіантом. Збільшення маси коріння на 7–17% спостерігалось і в варіантах з комбінованим використанням Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т + Агролайт у нормі 1,0 л/га.

Застосування для обробки насіння вівса голозерного МБП Меланоріз в досліджуваних нормах сумісно з РРР Агролайт (0,26 л/т) та наступного посходовим внесення Агролайту, сприяло найбільш інтенсивному наростанню маси коріння. За даного поєднання препаратів перевищення маси коренів до контролю становило 22–35%.

Аналогічна залежність впливу досліджуваних препаратів на формування маси коренів спостерігалась у 2020 і 2021 рр. У 2020 році за використання Меланорізу як окремо, так і сумісно з різними способами

використання Агролайту маса коренів теж перевищувала контроль. Це свідчить про те, що досліджувані препарати створюють передумови для глибшого проникнення кореневої системи в ґрунт. Разом з тим найбільша маса коренів формувалась в результаті комплексного застосування препаратів, зокрема за використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т їх маса перевищувала контроль на 0,7; 1,0 і 1,5 г/0,1 м², за обробки Меланорізом 1,0; 1,25 і 1,5 л/т сумісно з Агролайтом 0,26 л/т – на 2,1; 2,4 і 2,9 г/0,1 м², за обробки Меланорізом 1,0; 1,25 і 1,5 л/т сумісно з Агролайтом 0,26 л/т з наступною обробкою посівів Агролайтом 1,0 л/га – на 3,4; 3,8 і 4,9 г/0,1 м² за НІР₀₅ 0,4.

Таблиця 3.15

Маса коріння рослин вівса голозерного в шарі ґрунту 0–30 см, за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (фаза цвітіння, г/0,1 м²)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	17,2	20,7	19,9	19,3
Меланоріз 1,0 л/т	17,8	21,4	20,4	19,9
Меланоріз 1,25 л/т	18,2	21,7	20,8	20,2
Меланоріз 1,5 л/т	18,5	22,2	21,3	20,7
Агролайт 0,26 л/т	17,9	21,5	20,6	20,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	19,4	22,8	21,6	21,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	19,9	23,1	21,9	21,6
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	20,4	23,6	22,5	22,2
Агролайт 1,0 л/га	17,7	21,3	20,3	19,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	18,4	21,9	21,1	20,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	18,8	22,4	21,4	20,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20,2	23,3	22,1	21,9
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	18,3	21,9	21,0	20,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20,9	24,1	22,7	22,6
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	21,6	24,5	23,3	23,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	23,2	25,6	24,1	24,3
НІР ₀₅	0,6	0,4	0,7	

У середньому за три роки досліджень встановлено, що найвища маса коріння рослин вівса голозерного у фазу цвітіння була у варіантах МБП Меланоріз (1,0; 1,25 і 1,5 л/т) + РРР Агролайт (0,26 л/т) + РРР Агролайт (1,0 л/га), де перевищення відповідно контролю складало 3,3; 3,8 і 5,0 г/0,1 м², що в середньому перевищувало контроль на 17–26%.

Таким чином, одержані дані свідчать про позитивний вплив комплексу МБП + РРР на проходження в рослинах вівса голозерного ростових процесів, які є наслідком, з одного боку, стимулювальної дії екзогенних фітогормонів, з іншого боку – покращення мінерального забезпечення рослинного організму за рахунок інтродукованих у ризосферу мікроорганізмів.

Найактивнішим приріст надземної біомаси і маси коріння рослин вівса голозерного був за використання композиції Меланоріз 1,25–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, завдяки якій склалися найбільш оптимальні умови для проходження основних фізіологічних процесів у рослинах, у тому числі й ростових.

3.7. Чиста продуктивність фотосинтезу

Основою життя і розвитку рослинного організму є фотосинтез, який у поєднанні з асиміляцією мінеральних елементів ґрунту створює основу для формування врожаю [284]. Разом з тим фотосинтетична діяльність рослин визначається низкою чинників, у тому числі й умовами вирощування та впливом на посіви біотичних і абіотичних складових агроценозів.

Біологічні препарати використовуються 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. Таке комплексне застосування препаратів є більш виправданим, оскільки при цьому продуктивність посівів зростає в рази [11, 19, 29, 50, 285, 286].

Літературні дані свідчать про те, що мікробні препарати і регулятори росту рослин, що застосовуються в посівах сільськогосподарських культур, істотно впливають на синтез органічної речовини [119, 132, 133, 135, 146, 162, 169]. Разом з тим одним із важливих фізіологічних показників, який в значній мірі характеризує продуктивність рослин і визначає ефективність агротехнічних заходів щодо вирощування культури, є чиста продуктивність фотосинтезу.

Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Агролайт, позитивно впливало на показники чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у 2019 р. передпосівна обробка насіння вівса Меланорізом у нормах 1,0, 1,25, 1,5 л/т сприяла зростанню ЧПФ посівів на 2–5% у відношенні до контролю (табл. 3.16). Дещо активніше фотосинтетична продуктивність посівів формувалася у варіантах, де мікробний препарат Меланоріз вносили сумісно з Агролайтом. Так, якщо за внесення окремо Агролайту у нормі 0,26 л/т ЧПФ складала 3,97 г/м² за добу, що на 3% перевищувало контроль, то за внесення цієї ж норми препарату в суміші з Меланорізом у нормах 1,0, 1,25 і 1,5 л/т відмічено зростання досліджуваного показника до 4,11; 4,14 і 4,18 г/м² за добу відповідно, що на 6–8% перевищувало контроль та на 3–6% – відповідні показники у варіантах окремої дії Меланорізу (1,0–1,5 л/т).

Одержані дані свідчать про позитивний вплив композиції біопрепаратів на проходження в рослинах вівса голозерного основних фізіолого-біохімічних процесів, які покращують розвиток надземної біомаси рослин за рахунок стимулювальної дії екзогенних фітогормонів та активізації колонізаційної здатності ризосфери за рахунок інтродукованих мікроорганізмів, що в цілому сприяє покращенню мінерального забезпечення рослинного організму.

За використання регулятора росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га по сходах культури на фоні обробки насіння вівса мікробним препаратом

Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т показники чистої продуктивності фотосинтезу складали 4,05–4,16 г/м² за добу при 3,87 г/м² за добу в контролі та 3,92 г/м² за добу – у варіанті окремої дії на посіви Агролайту.

Таблиця 3.16

Чиста продуктивність посівів вівса голозерного за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (г/м² за добу, фази виходу в трубку–цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	3,87	4,59	4,20	4,22
Меланоріз 1,0 л/т	3,94	4,71	4,25	4,30
Меланоріз 1,25 л/т	4,01	4,79	4,32	4,37
Меланоріз 1,5 л/т	4,06	4,90	4,38	4,45
Агролайт 0,26 л/т	3,97	4,74	4,29	4,33
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,11	4,96	4,41	4,49
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,14	5,02	4,46	4,54
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,18	5,08	4,51	4,59
Агролайт 1,0 л/га	3,92	4,70	4,24	4,29
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,05	4,86	4,35	4,42
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,10	4,95	4,41	4,49
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,16	5,03	4,49	4,56
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,03	4,82	4,33	4,39
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,21	5,11	4,54	4,62
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,26	5,17	4,57	4,67
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,41	5,30	4,63	4,85
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,11</i>	<i>0,13</i>	<i>0,14</i>	

Аналізуючи варіанти досліджу з використанням Меланорізу 1,0; 1,25; 1,5 л/т та Агролайту 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, слід відмітити найбільше зростання ЧПФ посівів, що на 0,34; 0,39; 0,54 г/м² за добу перевищувало показник контролю. Подібна залежність була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень, однак аналіз експериментальних даних засвідчує чітку

залежність формування ЧПФ від погодних умов, які у 2019 р. для рослин вівса голозерного були менш сприятливими за показниками вологи. Зокрема, найнижчу фотосинтетичну продуктивність посівів у контролі (3,87 г/м² за добу) було відмічено у 2019 р.

У середньому за роки досліджень, за обробки насіння сумішню препаратів Меланоріз (1,0, 1,25, 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) ЧПФ посівів перевищувала контроль на 6–9%, що на 6% більше проти варіанту окремої дії на посіви Агролайту (0,26 л/т). Проте найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувався у варіантах Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га і складав 4,85 г/м² за добу при 4,22 г/м² за добу в контролі. Одержані показники фотосинтетичної продуктивності посівів у даному варіанті досліду узгоджуються з даними найвищої фізіолого-біохімічної та мікробіологічної активності посівів, встановленими нами у попередніх дослідженнях.

Отже, застосування різних норм мікробного препарату Меланоріз з регулятором росту росли Агролайт позитивно впливає на чисту продуктивність фотосинтезу посівів вівса голозерного. Разом з тим, у варіантах комплексного застосування для обробки насіння Меланорізу у нормі 1,5 л/т і Агролайту у нормі 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га формуються найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому на 15% перевищують контроль. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між чистою продуктивністю фотосинтезу та вмістом у листках рослин вівса голозерного хлорофілу й інтенсивністю дихання ($r = 0,69; 0,76$ відповідно).

Висновки до розділу 3:

1. Використання різних норм МБП Меланоріз з РРР Агролайт підвищує активність антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного, проте найвища активність каталази, пероксидази і поліфенолоксидази у рослинах простежується за сумісного застосування для

обробки насіння перед сівбою МБП Меланоріз у нормі 1,5 л/т з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т та обприскування по даному фону посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, де активність каталази на п'яту та десятую добу досліджень зростає до контролю на 7,8–7,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 25,1–26,1 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 7,6–9,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

2. Поєднане використання різних норм мікробного препарату Меланоріз з регулятором росту рослин Агролайт позитивно впливає на формування вмісту хлорофілу в листках вівса голозерного, водночас комплексна обробка насіння Меланорізом у нормі 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га забезпечує в середньому на 6–17% вищий вміст суми хлорофілів *a* і *b*, ніж в контролі.

3. Енергетичний потенціал ростових та продукційних процесів вівса голозерного формується за рахунок спрямованості проходження процесів дихання і фотосинтезу. Узагальнюючий розрахунок за індикаторною ознакою «інтенсивність дихання» – «активність антиоксидантних ферментів» засвідчив тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,81$).

4. МБП Меланоріз і РРР Агролайт здатні впливати на спрямованість проходження обмінних процесів у рослинах, що відображається на основних стадіях розвитку клітин (ембріональна, розтягування і диферинціації) та анатомічній структурі окремих тканин і органів. За сумісного їх застосування простежується стимулюючий вплив, який виражається у формуванні анатомічної структури листового апарату мезоморфного типу (коефіцієнт морфоструктури складає 0,67–0,97).

5. Найбільша площа листків в посівах вівса голозерного формується за використання Меланорізу у нормі 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, де перевищення контролю складає в середньому 26%.

6. Найактивнішим приріст надземної біомаси і маси коріння рослин вівса голозерного простежується за використання композиції Меланоріз 1,25–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, завдяки якій складаються найбільш оптимальні умови для проходження основних фізіологічних процесів у рослинах, у тому числі й фотосинтетичних (чиста продуктивність фотосинтезу в середньому на 9–15% перевищує контроль).

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях [311–319].

1. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного за дії мікробного препарату і регулятора росту рослин. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2020. Вип. 96. Ч.1. С. 9–23.

2. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.

3. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. Таврійський науковий вісник. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2021. Вип. 118. С. 105–113.

4. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. 2021. 20(3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.

5. Марченко К. Ю. Активність каталази, поліфенолоксидази і пероксидази у листках вівса голозерного за використання мікробного препарату і регулятора росту рослин. The 8th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research” (March 14–16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P. 27–31.

6. Марченко К. Ю. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах вівса голозерного за використання біологічних препаратів. The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (March 28–30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy. 2021. P. 45–48.

7. Марченко К. Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне. Україна. 2021. С. 72–73. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>.

8. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування біомаси вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату» (м. Умань, 25 червня 2021 р.). Умань. 2021. С. 16.

9. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу в листках вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку. матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. м. Херсон. С. 80–84.

РОЗДІЛ 4

АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРНОЇ МІКРОБІОТИ ПОСІВІВ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ

4.1. Загальна чисельність основних таксономічних груп мікробіоти

Сукупність кореневої системи і ґрунту являє собою складну екологічну систему, заселену корисними, шкідливими і нейтральними для рослини мікроорганізмами. Нині питання взаємодії культурних рослин з ґрунтовими мікроорганізмами, зокрема з ризосферною мікробіотою, вивчене недостатньо. Особливої актуальності воно набуває при застосуванні в посівах сільськогосподарських культур біологічно активних речовин, до яких належать мікробні препарати і регулятори росту рослин.

Біологізація сільськогосподарського виробництва нині є ключовим завданням в одержанні продукції рослинництва високої якості. Серед заходів, що активно використовуються в біологізованих технологіях, велике значення відводиться мікробним препаратам і регуляторам росту рослин природного походження [139, 169, 173, 287]. Так, штами бактерій і комплекси поживних речовин, на основі яких вони створені, не лише стимулюють загальний розвиток мікробіоти ґрунту, а й позитивно впливають на його родючість, покращують проходження фізіолого-біохімічних і ростових процесів у рослинах [151, 167, 288].

В останні роки [7, 17, 20, 42, 175, 180, 183] все більше уваги приділяється біологізації сільського господарства, основою якої є часткова або повна відмова від використання хімічних препаратів. Мікробні препарати і регулятори росту рослин як альтернатива хімічним засобам захисту рослин і мінеральним добривам сприяють зменшенню хімізації сільського господарства, зниженню собівартості і одержанню більш екологічної продукції рослинництва.

Мікроорганізми є невід’ємною функціональною складовою будь-якої екосистеми. У ризосфері сільськогосподарських культур складається специфічний мікробний ценоз, що базується на екологічній і трофічній взаємодії. Позитивний вплив мікробних препаратів і регуляторів росту рослин на розвиток основних груп мікроорганізмів відмічено дослідженнями багатьох вчених [184, 186, 289, 290].

Із досліджень [171, 291, 292] відомо, що МБП і РРР сприяють розвитку в ризосфері сільськогосподарських культур симбіотичної мікробіоти та активізують процеси розвитку рослин. Інтродукція агрономічно цінних штамів мікроорганізмів у ризосферу рослин запобігає розвитку фітопатогенних штамів, чим покращується фітосанітарний стан посівів. Проте особливості використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин в посівах вівса голозерного та їх вплив на мікробіоту є дослідженими недостатньо.

У результаті виконаних досліджень у 2019–2021 рр. встановлено, що у фазу виходу в трубку культури чисельність бактерій та мікроміцетів у ризосфері вівса голозерного залежала від норм внесення МБП та способів застосування РРР, погодних умов, що складались у роки виконання досліджень (Додаток В, табл. В.1, В.2). Так, найбільша чисельність бактерій і мікроміцетів у ризосфері вівса простежувалась у 2020 р., найменша у 2019 р., що узгоджується як з показниками вологозабезпеченості посівів, так із проходженням у них фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, від яких залежить виділення в кореневу систему ексудатів [59, 96]. Застосування для передпосівної обробки насіння мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т зумовлювало збільшення чисельності бактерій ризосфери вівса голозерного у відношенні до контролю відповідно за роками на 15–18% (2019 р.); 10–14% (2020 р.) і 12–16% (2021 р.). За використання Меланорізу з Агролайтом для обробки насіння вівса голозерного чисельність бактерій у ризосфері культури перевищувала контроль у 2019 р. на 20–26% та на 18–23% у 2020 р.

Збільшення чисельності мікробіоти ризосфери вівса голозерного було також у варіантах за посходового внесення Агролайту у нормі 1,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т, де перевищення до контролю складало у 2020 р. 14–22%, разом з тим, слід зазначити, що із наростанням норм застосування Меланорізу їх чисельність збільшувалась.

Найоптимальнішим впливом на розвиток бактерій ризосфери вівса голозерного вирізнялась композиція Меланоріз (1,0–1,5 л/т) + Агролайт (0,26 л/т) + Агролайт (1,0 л/га), де перевищення до контролю складало за роками 6; 24 і 38%.

Стосовно розвитку мікроміцетів у ризосфері вівса голозерного, то впродовж 2019–2021 рр. їх розвиток перевищував контроль у всіх варіантах досліду (Додаток В, табл. В.1, В.2). Так, при застосуванні Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т для обробки насіння вівса голозерного чисельність мікроміцетів перевищувала контроль у фазу виходу рослин в трубку на 3–10% (2019 р.); 2–7% (2020 р.) і 3–11% (2021 р.). За комплексного використання для обробки насіння сумішей Меланорізу з Агролайтом чисельність мікроміцетів зростала до контролю у 2019 р. на 14–20%, у 2020 р. – 10–17%, у 2021 р. – 14–19%, разом з тим, за використання цих же сумішей з посходовою обробкою посівів вівса голозерного РРР Агролайт – 24–37% (2019 р.); 24–45% (2020 р.) і 26–41% (2021 р.).

Аналізуючи чисельність мікробіоти ризосфери вівса голозерного в середньому за роки досліджень, можна відмітити, що за використання Меланорізу чисельність бактерій у ризосфері культури мала тенденцію до підвищення з наростанням норм застосування МБП (табл. 4.1). Так, у фазу виходу в трубку, після обробки насіння Меланорізом у нормі 1,0 л/т чисельність бактерій у ризосфері вівса голозерного перевищувала показники контролю на 12%, водночас за норм використання МБП 1,25–1,5 л/т їх чисельність відносно контролю підвищувалась на 14–16%, що може свідчити

про покращення їхньої діяльності внаслідок дії комплексу бактерії і мікроміцетів, що входять до складу мікробного препарату.

Таблиця 4.1

**Загальна чисельність мікробіоти ризосфери вівса голозерного за дії
МБП Меланоріз і РРР Агролайт
(фаза виходу в трубку, середнє за 2019–2021 рр.)**

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	853	100	227	100
Меланоріз 1,0 л/т	957	112	233	103
Меланоріз 1,25 л/т	969	114	240	106
Меланоріз 1,5 л/т	988	116	249	110
Агролайт 0,26 л/т	961	113	237	104
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1003	118	256	113
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1024	120	260	115
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1049	123	270	119
Агролайт 1,0 л/га	947	111	231	102
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	980	115	247	109
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	992	116	251	111
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1034	121	265	117
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	974	114	242	107
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1058	124	283	125
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1079	127	300	132
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1146	134	322	142
<i>НІР₀₅*</i>	<i>40–51</i>		<i>10–17</i>	

Примітка: * – та ж і тін значення за роки досліджень

За використання для обробки насіння Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т у сумішах з РРР Агролайт 0,26 л/т загальна чисельність бактерій у ризосфері вівса голозерного зростала у відношенні до контролю на 150; 171; 196 тис. КУО в 1 г ґрунту та на – 46; 55; 61 тис. КУО в 1 г ґрунту у порівнянні з варіантами із самостійним застосуванням Меланорізу. Внесення РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га по фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Меланоріз (1,0–1,5 л/т) з регулятором росту рослин Агролайт (0,26 л/т) зумовило ріст чисельності ґрунтових бактерій у порівнянні з контролем на 24–34%. Це може бути обумовлено позитивним впливом МБП та РРР на формування додаткової площі кореневої системи рослин та підвищеним виділенням нею ексудатів, необхідних для живлення мікробних угруповань [180, 184, 293].

Спостереження за розвитком чисельності мікроміцетів у ризосфері вівса голозерного у фазу виходу рослин у трубку показали, що в усіх дослідних варіантах, де використовували біологічні препарати, їх чисельність зростала. Так, за обробки насіння Меланорізом у нормах 1,0; 1,25; 1,0 л/т чисельність мікроміцетів у варіантах досліді перевищувала контроль на 3; 6 і 10% відповідно, тоді як за комбінованого застосування Меланорізу у вищенаведених нормах з Агролайтом у нормі 0,26 л/т, перевищення їх чисельності у відношенні до контролю складало 13; 15 і 19% відповідно. Обробка насіння вівса голозерного лише Агролайтом призвела до збільшення чисельності мікроміцетів у ризосфері вівса на 4%. Водночас за комплексного внесення досліджуваних препаратів (обробка насіння Меланорізом 1,0; 1,25 і 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + посходове внесення Агролайту 1,0 л/га) чисельність мікроміцетів у ризосфері культури зростала на 25–42%. Одержані дані узгоджуються з даними інших вчених [180, 185, 186], які за використання МБП і РРР як окремо, так і в комплексі спостерігали покращення розвитку ґрунтових мікроорганізмів, у тому числі й мікроміцетів.

Порівняння обліків чисельності мікроорганізмів у фазу цвітіння з фазою виходу рослин в трубку показало перевищення розвитку мікробіоти в усіх дослідних варіантах як за роками (Додаток В, табл. В.3, В.4), так і в середньому за роки досліджень (табл. 4.2), що є свідченням значної активізації мікробних процесів у ґрунті.

Таблиця 4.2

Загальна чисельність мікробіоти ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г ґрунту	% до контролю	тис. КУО в 1 г ґрунту	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	910	100	248	100
Меланоріз 1,0 л/т	1020	112	253	102
Меланоріз 1,25 л/т	1040	114	259	104
Меланоріз 1,5 л/т	1070	118	266	107
Агролайт 0,26 л/т	1025	113	257	104
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1100	121	272	110
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1128	124	274	111
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1169	129	283	114
Агролайт 1,0 л/га	1012	111	251	101
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1052	116	264	107
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1082	119	269	109
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1144	126	278	112
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1043	115	261	105
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1183	130	292	118
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1211	133	302	122
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1256	138	316	127
<i>НІР₀₅*</i>	29–33		10–14	

Примітка: * – та ж і ті ж значення за роки досліджень

Так, у середньому за роки досліджень за використання мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т чисельність бактерій у фазу цвітіння зростала у відношенні до фази виходу в трубку рослин на 63; 71 і 82 тис. КУО в 1 г ґрунту, мікроміцетів – 20; 19 і 17 тис. КУО в 1 г ґрунту. У дослідних варіантах з комплексним використанням для обробки насіння вівса голозерного МБП Меланоріз (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з РРР Агролайт (0,26 л/т) відзначено зростання чисельності ризосферної мікробіоти на 21–29% (для бактерій) і 10–14% (для мікроміцетів). Високі показники розвитку ризосферних мікроорганізмів були відмічені за внесення вищезгаданих норм МБП і РРР з посходовим внесенням РРР Агролайт (1,0 л/га), де загальна чисельність бактерій зростала до контролю на 30–38%, а мікроміцетів – 18–27%.

Таким чином, МБП Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т, що використовувався як окремо, так і в комплексі з РРР Агролайт у нормі 0,26 л/т та 1,0 л/га, у значній мірі впливає на формування чисельності ризосферної мікробіоти в посівах вівса голозерного. Застосування даних препаратів у комплексі посилює їх дію на мікробіоту ґрунту, разом з тим найкращі умови для її розвитку створюються за використання Меланорізу у нормі 1,5 л/т в суміші з регулятором росту рослин Агролайт в нормі 0,26 л/т з внесенням по даному фону цього ж РРР у нормі 1,0 л/га, що обумовлювалося як формуванням додаткової площі кореневої системи, необхідної для колонізації мікроорганізмами, так і виділенням нею більшої кількості ексудатів (внаслідок комплексу чинників, зумовлених активізацією фізіолого-біохімічних процесів у рослинах).

4.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп

При вивченні дії біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур важливим є дослідження їх впливу на ріст і розвиток окремих еколого-трофічних груп, оскільки більшість з них

зумовлюють значні зміни в кількісному і якісному складі ризосферної мікробіоти [97, 124, 294, 295]. Мікробний ценоз ґрунту кореневої зони рослин – це складне угруповання різноманітних мікроорганізмів, що упорядковане на основі трофічних взаємодій [96, 296].

Наявність у ґрунтових екосистемах різних груп мікроорганізмів, які відрізняються за біологічною і біохімічною специфічністю, обумовлює проходження ґрунотворчих процесів і формування продуктивності ценозів. Кількісний склад і співвідношення окремих представників мікробного ценозу ризосфери значною мірою залежить від надходження рослинних виділень, які формуються відповідно до умов розвитку та живлення рослин [128, 139, 297].

Ряд вчених [171, 180, 184, 298, 299] у своїх дослідженнях відмічали підвищення активності азотфіксації у 2–3 рази в кореневій зоні бобових рослин за передпосівної обробки насіння мікробними препаратами та регуляторами росту рослин, також зазначали про здатність МБП і РРР стимулювати у ризосфері більшості сільськогосподарських культур розвиток спонтанних мікроорганізмів.

Експериментальні дослідження з вивчення дії мікробних препаратів продемонстрували активний розвиток загальної кількості мікроорганізмів і їх груп при вирощуванні ячменю ярого, гречки, кукурудзи, тритикале озимого. Так, загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин зростала на 20–45%, кількість амоніфікувальних, нітрифікувальних і азотфіксувальних – на 9–22%, целюлозоруйнівних – 14–30% [96, 180, 185, 186, 300, 301].

Наведений аналіз наукових джерел показав, що застосування мікробних препаратів і регуляторів росту рослин у технологіях вирощування сільськогосподарських культур дає змогу вирішити проблему покращення мікробіологічної активності ґрунту і підвищення урожайності сільськогосподарських культур за одночасного покращення її якості.

У результаті виконаних досліджень з вивчення дії різних норм МБП Меланоріз, внесених за різних способів застосування РРР Агролайт, на

чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері вівса голозерного, встановлено залежність їх розвитку від комбінації препаратів, погодних умов та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій (Додаток Д, табл. Д.1–Д.8). Так, у 2019 році у фазу виходу в трубку у варіантах, де використовували для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробний препарат Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій перевищувала контроль на 4; 7 і 10% відповідно. Дещо вищою чисельність даних бактерій була у варіантах із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Меланорізу у нормах від 1,0 до 1,5 л/т з РРР Агролайт у нормі 0,26 л/т, зокрема чисельність нітрифікувальних бактерій у даних варіантах досліджу перевищувала контроль на 13–22%, а варіанти з використанням лише Меланорізу – на 7–11%.

За використання РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га на фоні дії Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій зменшувалася у відношенні до варіантів із передпосівною обробкою насіння сумішшю біопрепаратів на 7; 7 і 3 тис. клітин/г ґрунту, проте перевищувала чисельність бактерій відносно контролю на 11; 14 і 24 тис. клітин/г ґрунту. Найвища чисельність досліджуваних бактерій спостерігалась за поєднання передпосівного обробітку насіння сумішшю Меланорізу і Агролайту з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Агролайтом. Так, у варіанті Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів перевищувала показники контролю на 43 тис. клітин/г ґрунту, а у порівнянні з варіантом Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) – на 8–16%.

При дослідженні нітрифікувальних бактерій у 2019 р. у фазу цвітіння вівса голозерного встановлено збільшення їх чисельності, проте спостерігалась аналогічна залежність розвитку цих мікроорганізмів від норм та способів внесення Меланорізу і Агролайту (Додаток Д., табл. Д.2). Так, найбільша кількість нітрифікувальних бактерій була відмічена у варіантах із

застосуванням для обробки насіння перед сівбою суміші Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що забезпечило перевищення показників контролю на 47; 53 і 71 тис. клітин/г ґрунту та проти варіантів з обробкою насіння перед сівбою сумішшю Меланорізу з Агролайтом – на 21 і 29 тис. клітин/г ґрунту.

У 2020 та 2021 роках у фазах виходу в трубку та цвітіння вівса голозерного спостерігалась подібна залежність щодо чисельності ризосферних нітрифікувальних бактерій.

У середньому за роками досліджень у фазу виходу в трубку у варіантах, де використовували для обробки насіння перед сівбою МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій перевищувала контроль на 4; 6 і 9%, а у фазу цвітіння – на 5; 6 і 9% відповідно до норми (табл. 4.3, 4.4). Така ж залежність простежувалась за використання даних норм Меланорізу у суміші із регулятором росту рослин Агролайт (0,26 л/т), але чисельність нітрифікувальних бактерій у даних варіантах дослідів перевищувала контроль на 11–21% у фазу виходу в трубку і на 11–20% – у фазу цвітіння; порівняно до варіантів окремої дії Меланорізу – 7–11% та 6–10% відповідно фазам вегетації.

За використання РРР Агролайт у нормі 1,0 л/га на фоні дії Меланорізу встановлено, що зі збільшенням норми від 1,0 до 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій порівняно до варіантів із сумішшю біопрепаратів зменшувалася, проте до контролю – підвищувалась на 7–16% у фазу виходу в трубку та 8–17% – у фазу цвітіння. Найвища чисельність досліджуваних бактерій спостерігалась за поєднання передпосівного обробітку сумішшю Меланорізу і Агролайту та обприскуванням вегетуючих рослин Агролайтом. Так, у варіанті Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів перевищувала показники контролю у фазі виходу в трубку на 47 тис. клітин/г ґрунту, цвітіння – 66 тис. клітин/г ґрунту.

Таблиця 4.3

**Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса
голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт
(фаза виходу в трубку, середнє за 2019–2021 рр.)**

Варіант досліджу	Нітрифіку- вальні мікро- організми, тис. клітин/г грунту	Целюлозо- літичні мікро- організми, тис. клітин/г грунту	<i>Azotobacter</i> , % оброслих колоніями грудочок грунту	<i>Clostridium pasteurianum</i> , тис. клітин/г грунту
Без застосування препаратів (контроль)	150	240	69	5,14
Меланоріз 1,0 л/т	156	248	72	5,33
Меланоріз 1,25 л/т	159	254	75	5,46
Меланоріз 1,5 л/т	163	260	78	5,59
Агролайт 0,26 л/т	157	249	73	5,38
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	167	269	80	5,77
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	172	275	83	5,93
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	181	284	86	6,14
Агролайт 1,0 л/га	154	245	70	5,31
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	161	258	77	5,55
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	164	263	79	5,64
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	174	278	84	5,96
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	160	256	76	5,50
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	184	286	89	6,32
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	187	290	92	6,52
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	197	302	97	6,95
<i>НІР₀₅</i> *	10–16	9–11	2–4	1,31–1,94

Примітка: * – тах і тін значення за роки досліджень

Подібною була дія досліджуваних препаратів на ріст і розвиток у ризосфері вівса голозерного целюлозолітичних бактерій (Додаток Д., табл.

Д.3, Д.4). Проте зростання чисельності досліджуваних мікроорганізмів було дещо більш вираженим. Так, у середньому за 2019–2021 рр. досліджень за передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробним препаратом Меланоріз зі збільшенням норми від 1,0 до 1,5 л/т чисельність целюлозолітичних бактерій збільшувалася у фазу виходу в трубку на 3–8% (табл. 4.3). За сумісного використання досліджуваних препаратів для передпосівної обробки насіння відмічено активніший ріст цих бактерій. Так, за використання суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) з Агролайтом (0,26 л/т) чисельність целюлозолітичних бактерій збільшилась на 12–18%. Однак найвищий результат було відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз у нормі 1,5 л/т і Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, де чисельність целюлозолітичних мікрорганізмів перевищила контроль на 26% відповідно.

Подібною була дія досліджуваних препаратів на формування чисельності у ризосфері вівса голозерного целюлозолітичних бактерій у фазу цвітіння (табл. 4.4). Так, у середньому за роки досліджень за передпосівної обробки насіння вівса мікробним препаратом Меланоріз (0,1–1,5 л/т) чисельність целюлозолітичних бактерій збільшувалася на 11–23 тис. клітин/г ґрунту. За використання суміші Меланорізу з Агролайтом (0,26 л/т) чисельність целюлозолітичних бактерій збільшувалась на 31–52 тис. клітин/г ґрунту до контролю, але найвищу чисельність даних бактерій було відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз у нормі 1,5 л/т і Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що перевищувало контроль на 78 тис. клітин/г ґрунту.

Зростання чисельності окремих груп мікроорганізмів у ризосфері вівса голозерного за сумісного використання біологічних препаратів узгоджується з активним проходженням фізіологічних та біохімічних процесів у рослинах,

завдяки яким збільшується надходження в ризосферу живильного субстрату для мікробіоти – корневих виділень.

Таблиця 4.4

**Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса
голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт
(фаза цвітіння, середнє за 2019–2021 рр.)**

Варіант досліджу	Нітрифіку- вальні мікро- організми, тис. клітин/г грунту	Целюлозо- літичні мікро- організми, тис. клітин/г грунту	<i>Azotobacter</i> , % оброслих колоніями грудочок грунту	<i>Clostridium pasteurianum</i> , тис. клітин/г грунту
Без застосування препаратів (контроль)	193	349	75	11,38
Меланоріз 1,0 л/т	202	360	77	11,89
Меланоріз 1,25 л/т	204	365	79	12,05
Меланоріз 1,5 л/т	210	372	82	12,40
Агролайт 0,26 л/т	202	361	78	11,94
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	215	380	84	12,78
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	223	388	85	13,07
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	232	401	89	13,65
Агролайт 1,0 л/га	200	357	76	11,74
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	208	369	81	12,25
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	211	375	83	12,52
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	226	395	87	13,32
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	207	367	80	12,14
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	237	405	92	13,90
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	244	412	95	14,32
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	259	427	99	14,94
<i>НІР₀₅</i> *	16–22	11–15	2–5	1,39–1,61

Примітка: * – тах і тін значення за роки досліджень

Важливе значення серед ґрунтової мікробіоти відіграють мікроорганізми, які утворюють активні азотфіксувальні асоціації з культурними рослинами. Чисельність азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* і *Clostridium pasteurianum* у ризосфері вівса голозерного, як показали дослідження, також залежала від норм та способів застосування мікробного препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт. Так, у середньому за роки досліджень у фазу виходу в трубку у варіантах із застосуванням для передпосівної обробки насіння Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т відмічено позитивний вплив на кількість азотфіксувальних бактерій, зокрема для бактерій роду *Azotobacter* перевищення показників контролю становило 4; 9 і 13%, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 4; 6 і 9% відповідно до норм (табл. 4.3, Додаток Д., табл. Д.5, Д.6).

Зростання чисельності ґрунтових азотфіксаторів на 16–25% роду *Azotobacter* та на 12–19% роду *Clostridium pasteurianum* у порівнянні з контролем було відмічено за сумісної дії Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т, водночас у даних варіантах дослідів перевищення кількості бактерій роду *Azotobacter* і *Clostridium pasteurianum* проти варіантів із внесенням лише Меланорізу становило 10–11% та 8–10% відповідно.

Найактивніший розвиток азотфіксувальних бактерій було виявлено за використання композиції МБП Меланоріз (1,0; 1,25; 1,5 л/т) і РРР Агролайт (0,26 л/т) для передпосівної обробки насіння з наступним обприскуванням посівів РРР Агролайт (1,0 л/га), де перевищення контролю складало до 29–41% – за бактеріями роду *Azotobacter* і 23–35% – для бактерій роду *Clostridium pasteurianum*. Збільшення чисельності досліджуваних груп мікроорганізмів вівса голозерного відбувалось за рахунок інтродукції агрономічно цінних штамів препарату Меланоріз, що мають високу конкурентну здатність та характеризується невибагливістю до умов існування.

Дослідження азотфіксувальних мікроорганізмів у наступну фазу вегетації культури засвідчило аналогічну залежність їх розвитку від норм та способів застосування препаратів, проте було відмічено збільшення кількості даних мікроорганізмів у порівнянні до обліку у фазу виходу в трубку вівса голозерного. Разом з тим, найпозитивніший вплив препаратів на азотфіксувальну мікробіоту було виявлено у варіантах з обробкою насіння сумішшю Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, де кількість бактерій роду *Azotobacter* складала 99% оброслих грудочок ґрунту проти 75% в контролі, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 14,94 тис. клітин/г ґрунту проти 11,38 тис. клітин/г ґрунту в контролі (табл. 4.1, 4.2., Додаток Д., табл. Д.7, Д.8).

Таким чином, використання мікробного препарату Меланоріз окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Агролайт сприяє більш активному (у порівнянні з контролем) розвитку окремих груп мікроорганізмів у ризосфері вівса голозерного. Найбільша чисельність окремих груп мікроорганізмів в ризосфері посівів вівса голозерного формується за сумісного використання для обробки перед сівбою насіння Меланорізу (1,0–1,5 л/т) і Агролайту (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів рослин регулятором росту рослин Агролайт (1,0 л/га), де перевищення у середньому за роки досліджень та відповідно до фаз розвитку культури до контролю складало 23–34% – для нітрифікувальних бактерій, 16–26% – целюлозолітичних бактерій, бактерій роду *Azotobacter* – 23–41%, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 22–35%.

Висновки до розділу 4:

1. Використання мікробного препарату Меланоріз окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Агролайт сприяє більш активному (у порівнянні з контролем) розвитку окремих груп мікроорганізмів у ризосфері вівса голозерного. Найбільша чисельність окремих груп мікроорганізмів в ризосфері посівів вівса голозерного формується за комплексного використання для обробки перед сівбою насіння Меланорізу (1,0–1,5 л/т) і Агролайту (0,26 л/т) з

наступним обприскуванням посівів рослин регулятором росту рослин Агролайт (1,0 л/га), де перевищення у середньому за роки досліджень та відповідно до фаз розвитку культури до контролю складало 24–55% для загальної чисельності бактерій, 18–42% – для мікроміцетів, 23–34% – для нітрифікувальних бактерій, 16–26% – целюлозолітичних бактерій, 23–41% – бактерій роду *Azotobacter*, 22–35% – бактерій роду *Clostridium pasteurianum*.

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в працях [320].

1. Марченко К. Ю. Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса голозерного за використання біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. Умань. 2021. Випуск 2. С. 37–41.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ БІОПРЕПАРАТУ МЕЛАНОРІЗ І
РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРОЛАЙТ У ПОСІВАХ
ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО

5.1. Урожайність і якість зерна

Збільшення виробництва зерна з високими показниками урожайності та якості є основним завданням аграрного сектору країни. Швидке поширення нових сортів сільськогосподарських культур із збереженням їх цінних ознак та властивостей є однією з умов розв'язання цієї проблеми. За останнє десятиріччя було створено сорти вівса нового покоління – голозерні сорти, які на відміну від плівчастих мають більший вміст білка та незамінних амінокислот, нижчий рівень витрат під час переробки, збільшений на 30–40% вихід крупи, стійкі до осипання, навіть за деякого перестою, на зернівці відсутня плівка, крім того, голозерний овес кущиться сильніше, ніж плівчастий [302, 303]. Літературні дані засвідчують, що підвищення продуктивності рослин можна досягти не лише методами селекції, внесенням необхідних доз добрив та пестицидів, а й за рахунок включення мікробних препаратів та регуляторів росту рослин до комплексу технологічних операцій вирощування культур. Позитивний вплив мікробіологічних препаратів та регуляторів росту рослин на формування врожайності зернових культур встановлений у дослідженнях багатьох вчених [185, 188, 198, 202, 207, 304]. Проте аналіз літературних джерел щодо комплексного використання біологічних препаратів і їх впливу на формування урожайності вівса голозерного свідчить про недостатню вивченість даного питання. У зв'язку з цим, доцільним було встановити як різні норми мікробного препарату та способи внесення регулятора росту рослин впливають на формування врожайності та якісних показників зерна вівса голозерного.

Аналізуючи вплив досліджуваних препаратів на врожайність вівса голозерного, слід відмітити, що застосування МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т у 2019 році сприяло збільшенню врожайності культури відповідно до норм препарату на 0,06; 0,15 і 0,24 т/га проти контролю (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Урожайність зерна вівса голозерного сорту Мирсем за використання
МБП Меланоріз та РРР Агролайт, т/га**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середня за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	2,81	3,29	3,06	3,05
Меланоріз 1,0 л/т	2,87	3,39	3,19	3,15
Меланоріз 1,25 л/т	2,96	3,57	3,29	3,27
Меланоріз 1,5 л/т	3,05	3,71	3,39	3,38
Агролайт 0,26 л/т	2,89	3,43	3,22	3,18
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,12	3,77	3,43	3,44
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,22	3,81	3,52	3,52
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,25	3,88	3,56	3,56
Агролайт 1,0 л/га	2,83	3,35	3,12	3,10
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,02	3,62	3,36	3,33
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,08	3,74	3,44	3,42
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,23	3,87	3,54	3,55
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	2,98	3,59	3,30	3,29
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,28	3,92	3,58	3,59
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,34	3,99	3,62	3,65
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,62	4,19	3,78	3,86
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,11</i>	<i>0,13</i>	<i>0,10</i>	

Дещо вищі прибавки врожаю спостерігалась у варіантах досліду із обробкою насіння перед сівбою сумішшю препаратів Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т і Агролайт у нормі 0,26 л/т. Так, урожайність вівса голозерного у даних варіантах досліду на 0,31; 0,41 і 0,44 т/га перевищувала показник у контролі. Очевидно, комплексне використання біопрепаратів для передпосівної обробки насіння забезпечувало покращення розвитку як надземної біомаси, так і кореневої системи рослин, особливо за дії рістрегулятора, що, в свою чергу, сприяло зростанню колонізаційної ризосферної поверхні для інтродукованих мікроорганізмів, а, отже, відбувалося покращення мінерального забезпечення рослинного організму, що є важливою умовою формування врожаю [7, 15, 89, 96].

За обприскування посівів вівса голозерного Агролайтом 1,0 л/га на фоні обробки насіння Меланорізом 1,0; 1,25 і 1,5 л/т приріст зерна у відношенні до контролю складав 0,21; 0,27 і 0,42 т/га відповідно, а у відношенні до відповідних варіантів з комплексною обробкою насіння Меланорізом і Агролайтом перед сівбою він зменшувався на 0,10; 0,14 і 0,01 т/га відповідно. Це свідчить про переваги дії МБП і РРР за використання їх для обробки насіння перед сівбою, ніж у період вегетації.

Аналізуючи результати варіантів досліду з використанням Меланорізу 1,0; 1,25; 1,5 л/т та Агролайту 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, необхідно зазначити, що приріст зерна вівса голозерного зріс у відношенні до контролю на 0,47; 0,53 і 0,81 т/га відповідно, а у відношенні тих же варіантів, але без обробки вегетуючих рослин Агролайтом – на 0,16; 0,12 і 0,37 т/га за НІР₀₅ 0,11 т/га.

Подібна залежність з впливу досліджуваних препаратів на урожайність вівса голозерного простежувалась у 2020 і 2021 роках. Проте, як і в 2019 р., найвищі прибавки зерна відносно контролю було відмічено у варіантах досліду з Меланорізом у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т та Агролайтом 0,26 л/т,

використаними для обробки насіння перед сівбою, з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га.

У середньому за три роки досліджень ці ж варіанти досліду також забезпечили найвищі показники врожайності, де перевищення контролю складало 0,54; 0,60 і 0,81 т/га відповідно. Одержані дані найвищої врожайності в цих варіантах досліду узгоджуються з одержаними нами даними найвищої фізіолого-біохімічної та мікробіологічної активності посівів, зокрема ферментативної активності, вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках, фотосинтетичної продуктивності.

Отже, МБП Меланоріз, внесений як роздільно, так і в сумішах із РРР Агролайт, має істотний вплив на формування врожайності зерна вівса голозерного. Проте найвища врожайність формується в посівах за використання Меланорізу у нормі 1,5 л/т і Агролайту у нормі 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, це свідчить про вплив різних способів застосування Агролайту (обробка насіння + обробка посівів) на ростові процеси рослин, що в сукупності з мікробними складовими Меланорізу, для яких створюється більша колонізаційна поверхня кореневої системи, забезпечує активізацію фізіологічних процесів у рослинах вівса голозерного, спрямованих на формування високої врожайності посівів.

Окрім урожайності, важливим сумарним показником, який також характеризує ефективність застосування препаратів є формування фізичних та хімічних показників якості зерна вирощуваної культури. Літературні дані свідчать, що за дії біологічних препаратів якість зерна сільськогосподарських культур може значно підвищуватись [260, 279, 286, 293, 305–307]. Тому, зважаючи на це, важливого значення набуває питання використання МБП і РРР та їх композицій для формування якості зерна з високими фізичними та хімічними показниками, яке було б безпечне до використання.

У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані препарати в значній мірі впливали на формування фізичних показників

якості зерна вівса голозерного (табл. 5.2, додаток Е, табл. Е.1–Е.4). Зокрема маса 1000 зерен за дії МБП Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т збільшувалась в середньому за три роки досліджень на 0,5; 0,6 і 1,1 г, а натура зерна – на 4,8; 7,6 і 11,1 г/л відносно показників контролю.

Таблиця 5.2

Якість зерна вівса голозерного сорту Мирсем за використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант досліджу	Маса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %
Без застосування препаратів (контроль)	26,3	614,5	12,4	60,0
Меланоріз 1,0 л/т	26,8	619,3	12,6	60,8
Меланоріз 1,25 л/т	26,9	622,1	12,8	61,7
Меланоріз 1,5 л/т	27,4	625,6	13,1	62,5
Агролайт 0,26 л/т	26,8	620,5	12,7	61,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	27,7	629,2	13,3	63,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	27,9	632,3	13,4	63,8
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	28,2	638,3	13,6	64,2
Агролайт 1,0 л/га	26,5	617,8	12,5	60,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,2	624,1	13,0	62,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,5	627,2	13,2	62,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,1	634,6	13,5	63,9
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,0	623,1	12,9	61,9
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,4	644,5	13,7	64,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,8	650,1	13,9	65,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	29,6	659,2	14,0	66,8
<i>НІР₀₅</i> *	0,5–0,9	5–8	0,1–0,3	1,0–1,3

Примітка: * – тах і тіп значення за роки досліджень

За дії РРР Агролайт (0,26 л/т) маса 1000 зерен та натура зерна вівса голозерного теж мала тенденцію до зростання. Так, за використання Агролайту для обробки насіння без МБП Меланоріз спостерігалось збільшення показників натури зерна в середньому на 6,0 г/л, маси 1000 зерен – на 0,5 г. Застосування для обробки насіння Меланорізу у досліджуваних нормах сумісно з Агролайтом супроводжувалось подальшим збільшенням якісних показників зерна. Так, маса 1000 зерен вівса голозерного відповідно до норм Меланорізу становила 27,7; 27,9 і 28,2 г при 26,3 г у контролі, натура – 629,2; 632,3 і 638,3 г/л проти контролю – 614,5 г/л. За внесення РРР Агролайт (1,0 л/га) по сходах культури на фоні обробки насіння у тих же нормах МБП Меланоріз маса 1000 зерен перевищувала контроль на 0,9; 1,2 і 1,8 г, а натура зерна – 9,6; 12,7 і 20,1 г/л відповідно.

Найвищі фізичні показники якості зерна вівса голозерного формувались за комбінованого використання передпосівної обробки насіння сумішшю Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т і Агролайту (0,26 л/т) з наступним обприскуванням посівів Агролайтом (1,0 л/га), де маса 1000 насінин складала 28,4–29,6 г, що на 2,1–3,0 г перевищувало контроль, натура зерна – 644,5–659,2 г/л проти показника у контролі – 614,5 г/л. Порівняно з варіантом Меланоріз + Агролайт (обробка насіння перед сівбою) перевищення натури зерна становило 15,3–20,9 г/л, маси 1000 зерен – 0,7–1,7 г.

Досліджувані композиції препаратів накладали істотний відбиток на формування таких важливих показників якості зерна як вміст білка та крохмалю. Зокрема, при застосуванні для передпосівної обробки зерна мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т вміст білка в зерні вівса голозерного зростав на 0,2–0,7%, а крохмалю – на 0,8–2,5% у порівнянні з контролем. Застосування Агролайту у нормі 0,26 л/т в меншій мірі вплинуло на формування фізичних показників якості зерна порівняно із дією Меланорізу, проте забезпечило зростання даних показників проти контролю, зокрема вмісту білка – на 0,3%, крохмалю – на 1,2%.

Дещо вищий результат у формуванні якості зерна відмічено за використання Агролайту у тій же нормі з Меланорізом (1,0–1,5 л/т) за передпосівної обробки насіння. Так, вміст білка за дії зазначених препаратів становив 13,3–13,6% при 12,4% у контролі, а крохмалю – 63,2–64,2% проти контролю – 60,0%.

За комплексної дії на посіви Агролайту (обробка насіння перед сівбою та обприскування посівів у фазу кущення) вміст білка перевищував контроль на 0,5%, а вміст крохмалю у зерні складав 61,9% при 60,0% у контролі.

Найвищі показники вмісту білка та крохмалю були відмічені в зерні вівса голозерного, який вирощували з обробкою насіння МБП Меланоріз (1,5 л/т) + РРР Агролайт (0,26 л/т) за наступного обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/т), де вміст білка в зерні складав 14,0%, що на 1,6% перевищувало контроль, вміст крохмалю – 66,8% при 60,0% у контролі.

Таким чином, застосування в посівах вівса голозерного МБП Меланоріз у бакових сумішах із РРР Агролайт з поєднаним застосуванням цього ж регулятора росту рослин створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності і якості зерна. Зокрема найвища врожайність вівса голозерного формується за обробки насіння перед сівбою Меланорізом у нормі 1,5 л/т сумісно з Агролайтом у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що в середньому за три роки досліджень забезпечило прибавку зерна на рівні 0,81 т/га за збільшеного на 13% показника маси 1000 зерен, 7% – натури зерна, 1,6% – вмісту білка і 6,8% – вмісту крохмалю.

5.2. Економічна і біоенергетична ефективність

Доцільність вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі й вівса голозерного обґрунтовується показниками економічної ефективності. Економічно привабливим є вирощування голозерних сортів вівса, оскільки порівняно з плівчастими, вони є більш прибутковими. Літературні джерела

свідчать [283, 288, 293, 303, 308–310] про зростання показників економічної ефективності за використання біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, у тому числі й вівса голозерного.

У результаті проведених досліджень встановлено, що формування економічних показників вирощування вівса голозерного проходило в залежності від величини одержаного основного та додаткових врожаїв, цін на зерно та витратні матеріали (табл. 5.3). У середньому за 2019–2021 рр. при застосуванні для обробки насіння вівса голозерного перед сівбою мікробного препарату Меланоріз у нормі 1,0 л/т було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 501 грн./га, рівень рентабельності при цьому становив 137%, а окупність додаткових витрат – 2,8 рази.

За використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного Меланорізу у нормах 1,25 і 1,5 л/т додатковий чистий прибуток становив 1265 та 1964 грн./га, рівень рентабельності при цьому складав 145 і 152% за окупності додаткових витрат в 5,5 і 7,0 рази відповідно до норм препарату.

За використання для обробки насіння вівса голозерного перед сівбою суміші мікробного препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт показники економічної ефективності були вищими у порівнянні з варіантами з окремою дією препаратів. Зокрема, за використання Меланорізу в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т сумісно з Агролайтом у нормі 0,26 л/т для передпосівної обробки насіння додатковий чистий прибуток складав 2347; 2846 і 3081 грн./га за рентабельності виробництва 156; 160 і 162% і окупності додаткових витрат – 7,7; 8,1 і 8,0 рази відповідно до норм препарату, що на 499; 1581 і 1117 грн./га перевищувало додатковий чистий прибуток проти варіантів окремої дії Меланорізу, при цьому рентабельність виробництва зростала на 19; 15 і 10% за окупності додаткових витрат у 4,9; 2,6 і 1,0 рази відповідно.

Таблиця 5.3

**Економічна ефективність застосування МБП Меланоріз та РРР Агролайт у посівах вівса голозерного
(середнє за 2019–2021 рр.)**

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування, грн./га	У т. ч. додаткові, грн./га	Вартість валової продукції, грн./га	У т. ч. додаткової, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн./га	Окупність додаткових витрат, рази
Без застосування препаратів (контроль)	3,05	–	8850	–	20740	–	11890	2902	134	–	–
Меланоріз 1,0 л/т	3,15	0,10	9029	179	21420	680	12391	2866	137	501	2,8
Меланоріз 1,25 л/т	3,27	0,22	9081	231	22236	1496	13155	2777	145	1265	5,5
Меланоріз 1,5 л/т	3,38	0,33	9130	280	22984	2244	13854	2701	152	1964	7,0
Агролайт 0,26 л/т	3,18	0,13	8988	138	21624	884	12636	2826	141	746	5,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,44	0,39	9155	305	23392	2652	14237	2661	156	2347	7,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,52	0,47	9200	350	23936	3196	14736	2614	160	2846	8,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	3,56	0,51	9237	387	24208	3468	14971	2595	162	3081	8,0
Агролайт 1,0 л/га	3,10	0,05	9279	429	21080	340	11801	2993	127	-89	0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,33	0,28	9481	631	22644	1904	13136	2847	139	1273	2,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,42	0,37	9528	678	23256	2516	13728	2786	144	1838	2,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,55	0,50	9581	731	24140	3400	14559	2699	152	2669	3,7
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,29	0,24	9428	578	22372	1632	12944	2866	137	1054	1,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,59	0,54	9602	752	24412	3672	14810	2675	154	2920	3,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,65	0,60	9643	793	24820	4080	15177	2642	157	3287	4,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	3,86	0,81	9711	861	26248	5508	16537	2516	170	4647	5,4

Економічно доцільним було використання для обробки посівів РРР Агролайт на фоні передпосівної обробки насіння Меланорізом. За дії 1,0; 1,25 і 1,5 л/т Меланорізу та обробки вегетуючих рослин Агролайтом у нормі 1,0 л/га додатковий чистий прибуток становив 1273; 1838 і 2669 грн./га за рентабельності – 139–152% та окупності додаткових витрат 2,0–3,7 рази.

За поєднання передпосівної обробки насіння сумішню препаратів Меланоріз у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом у нормі 0,26 л/т та за наступної обробки посівів на їх фоні Агролайтом у нормі 1,0 л/га додатковий чистий прибуток становив 2920; 3287 і 4647 грн./га за рентабельності виробництва у 154; 157 і 170% та окупності додаткових витрат у 3,9; 4,1 і 5,4 рази відповідно.

Отже, аналізуючи дані економічної оцінки застосування досліджуваних біологічних препаратів у посівах вівса голозерного, можна відмітити, що найбільш економічно вигідним було комбіноване застосування МБП Меланоріз і РРР Агролайт для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Агролайтом. Дана композиція біопрепаратів забезпечувала збільшення приросту врожаю за підвищених показників економічної ефективності вирощування культури.

Аналіз енергетичної ефективності використання у посівах вівса голозерного МБП Меланоріз окремо та у поєднанні із РРР Агролайт показав, що енергетично доцільною є комплексна дія досліджуваних препаратів. Так, за використання для обробки насіння перед сівбою Меланорізу у нормах 1,0–1,5 л/т витрати сукупної антропогенної енергії становили 18547–19901 МДж/га при 48222–57713 МДж/га валової енергії, що позитивно вплинуло на формування коефіцієнту енергетичної ефективності, який становив 2,6–2,9 при 2,5 у контролі (табл. 5.4).

Водночас за використання тих же норм мікробного препарату Меланоріз сумісно з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т витрати сукупної антропогенної енергії підвищились, одночасно зростала до

60765–62883 МДж/га й валова енергія та показники коефіцієнта енергетичної ефективності, які склали 3,0–3,1.

Таблиця 5.4

**Енергетична ефективність використання у посівах вівса голозерного
МБП Меланоріз та РРР Агролайт (середнє за 2019–2021 рр.)**

Варіант досліджу	Витрати сукупної антропогенної енергії на 1 га, МДж	Вихід валової енергії з 1 га, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Без застосування препаратів (контроль)	17958	44895	2,5
Меланоріз 1,0 л/т	18547	48222	2,6
Меланоріз 1,25 л/т	19254	53911	2,8
Меланоріз 1,5 л/т	19901	57713	2,9
Агролайт 0,26 л/т	18724	48682	2,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	20255	60765	3,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	20726	64251	3,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	20961	62883	3,0
Агролайт 1,0 л/га	18253	45633	2,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	19607	54900	2,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20137	60411	3,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20902	62706	3,0
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	19372	54242	2,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	21138	67642	3,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	21491	68771	3,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	22728	77275	3,4

За використання Агролайту у нормі 1,0 л/га на фоні дії Меланорізу спостерігалось зменшення врожайності культури та відповідно витрати

сукупної антропогенної енергії проти варіантів із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Меланорізу і Агролайту, проте у відношенні до контролю витрати сукупної антропогенної енергії збільшились на 1649–2944 МДж/га, що забезпечило формування показника коефіцієнта енергетичної ефективності на рівні 2,8–3,0 при 2,5 у контролі.

Висока енергетична ефективність у посівах вівса голозерного була відмічена за комплексної дії суміші Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т і Агролайту 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га. Так, у даних варіантах досліду валова енергія зростала відносно контролю на 22747–32380 МДж/га за збільшення рівня енергетичної ефективності до 3,2–3,4 при 2,5 у контролі.

Отже, як показали результати досліджень використання композиції мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га забезпечувало формування додаткового врожаю в середньому на рівні 0,54–0,81 т/га, що складало 2920–4647 грн./га додаткового прибутку за рівня рентабельності 154–170%, окупності додаткових витрат – 3,9–5,4 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності – 3,2–3,4.

Висновки до розділу 5:

1. Застосування в посівах вівса голозерного МБП Меланоріз у бакових сумішах із РРР Агролайт з посиховим застосуванням цього ж регулятора росту рослин створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності і якості зерна. Зокрема найвища врожайність вівса голозерного формується за обробки насіння перед сівбою Меланорізом у нормі 1,5 л/т сумісно з Агролайтом у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що в середньому за три роки досліджень забезпечило прибавку зерна на рівні 0,81 т/га за збільшеного

на 13% показника маси 1000 зерен, 7% – натури зерна, 1,6% – вмісту білка і 6,8% – вмісту крохмалю;

2. Використання композиції мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га забезпечує формування додаткового врожаю в середньому на рівні 0,54–0,81 т/га, додаткового прибутку – 2920–4647 грн./га за рівня рентабельності 154–170%, окупності додаткових витрат – 3,9–5,4 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності – 3,2–3,4.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях [314].

1. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. 2021. 20(3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено вирішення нового наукового завдання, яке полягає в обґрунтуванні комплексної дії в посівах вівса голозерного різних норм мікробного препарату Меланоріз (передпосівна обробка насіння) і регулятора росту рослин Агролайт (передпосівна обробка насіння та обприскування рослин) на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах і мікробіологічні – ґрунті, врожайність, якість зерна та економічну й енергетичну ефективність вирощування культури.

1. Встановлено, що застосування мікробного препарату Меланоріз окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Агролайт підвищує в рослинах вівса голозерного активність основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз, яка за дії мікробного препарату Меланоріз у нормі 1,5 л/т у суміші з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т та обприскування по даному фону посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га зростає: каталази – 37–72%; пероксидази – 27–41%; поліфенолоксидази – 28–66%.

2. Досліджено, що обробка насіння перед сівбою комплексом Меланорізу 1,0–1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т та обприскування по даному фону посівів Агролайтом 1,0 л/га забезпечує зростання в середньому за роки досліджень вмісту в листках вівса голозерного суми хлорофілів *a* і *b* за фазами розвитку культури на 6–20%, що є наслідком створення для рослин більш сприятливих умов у напрямку проходження фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й спрямованих на функціонування пігментного комплексу литкового апарату культури.

3. Встановлено, що мікробний препарат Меланоріз і регулятор росту рослин Агролайт зумовлюють зростання інтенсивності дихання рослин вівса голозерного у середньому за фазами розвитку культури на 1–35%, що узгоджується з підвищеною ферментативною активністю рослин за тісного кореляційного зв'язку на рівні 0,81.

4. Комплексне використання Меланорізу і Агролайту в посівах вівса голозерного суттєво впливає на анатомічну будову листків, в якій

простежується на 40–112% зростання площі клітин за коефіцієнта морфоструктури 0,67–0,88, що свідчить про стимулюючий вплив даних препаратів у напрямку формування анатомічної структури листкового апарату мезоморфного типу. Варіанти комплексного застосування препаратів забезпечують на 15–26% формування більшого за площею листкового апарату, який тісно корелює з показником анатомічної морфоструктури ($r=0,84$).

5. Найактивнішим приріст надземної біомаси і маси кореневої системи рослин вівса голозерного був за використання в посівах композиції Меланоріз 1,25–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, завдяки якій склалися найбільш оптимальні умови для проходження основних фізіологічних процесів у рослинах, у тому числі й ростових.

6. З'ясовано вплив на фотосинтетичні процеси рослин вівса голозерного композицій Меланоріз 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, які забезпечують зростання чистої продуктивності фотосинтезу посівів у середньому на 9–15%. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між чистою продуктивністю фотосинтезу та вмістом у листках рослин вівса голозерного хлорофілу й інтенсивністю дихання ($r = 0,69$; $0,76$ відповідно).

7. Використання в посівах вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Агролайт сприяє активізації життєдіяльності окремих груп мікроорганізмів ризосфери вівса голозерного. Найбільшу чисельність окремих груп мікроорганізмів відмічено за комплексного використання Меланорізу (1,0–1,5 л/т) і Агролайту (0,26 л/т + 1,0 л/га), де перевищення у середньому за роками досліджень і фазами розвитку культури складало 24–55% (загальна чисельність бактерій), 18–42% (мікрومیцети), 23–34% (нітрифікувальні бактерій), 16–26% (целюлозолітичні бактерії), 23–41% (*Azotobacter*), 22–35% (*Clostridium pasteurianum*).

8. Встановлено, що найвищу врожайність зерна посіви вівса голозерного формують за обробки насіння перед сівбою Меланорізом у

нормі 1,5 л/т сумісно з Агролайтом у нормі 0,26 л/т з наступним обприскуванням посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, що забезпечує прибавку зерна на рівні 0,81 т/га за збільшених на 13% – показника маси 1000 зерен, 7% – натури зерна, 1,6% – вмісту в зерні білка і 6,8% – вмісту крохмалю. Використання цієї композиції препаратів забезпечує формування додаткового прибутку на рівні 4647 грн./га за рівня рентабельності 170%, окупності додаткових витрат – 5,4 рази і коефіцієнта енергетичної ефективності – 3,4.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення урожайності і якості зерна вівса голозерного у технологіях його вирощування слід застосовувати суміш мікробного препарату Меланоріз у нормі 1,5 л/т (загальне число життєздатних мікроорганізмів $2,5 \times 10^7$ КУО/см³) з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т – для передпосівної обробки насіння і Агролайт у нормі 1,0 л/га – для обприскування посівів по даному фону у фазу кушіння культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Марухняк А. Я., Пушак В. І., Лісова Ю. А. Адаптивні особливості селекційних генотипів вівса за довжиною стебла. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67 (І). С. 98–112.
2. Foremna I. Productivity naked oats dependening on the background mineral fertilizer. *Theory and practice: XVIII International scientific conference*. Morrisville (USA): journal SI Universum, 2018. P. 31.
3. Буняк О., Матрос О., Камінська Л. І врожайний, і крупнозерний, і стійкий до вилягання та хвороб сорт голозерного вівса вивели носівські селекціонери. *Зерно і хліб*. 2014. № 2. С. 80–82.
4. Баталова Г. Значение, селекция и элементы технологии возделывания овса голозерного. *Селекция, семеноводство и генетика*. 2015. № 1. С. 26–31.
5. Tsygankova V., Andrusovich Y., Kopich V. [et al.]. Application of oxazole and oxazolopyrimidine as new effective regulators of oilseed rape growth. *Sch. Bull*. 2018. 4. № 3. P. 301–312. (DOI: 10.21276/sb.2018.4.3.8).
6. Мазурак И. В., Лихочвор В. В., Мазурак О. Т. Влияние норм посева на урожайность и качество зерна овса в условиях западной Лесостепи Украины. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 2. С. 94–97.
7. 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.
8. Іваніна В. В. Баланс біогенних елементів та його регулювання в агроекосистемах Лісостепу за умов біологізації землеробства. *Агробіологія*. 2011. № 6. С. 63-67.
9. Domaratskiy E., Shcherbakov V., Bazaliy V. [et al.]. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical,*

Biological and Chemical. 2019. 10(2). P. 301–308.
[http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]).

10. Schilling E. "Helianthus". Flora of North America Committee. 2006. 21. P. 141–169.

11. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Зазимко В. Г. Біологічні препарати в технології вирощування сільськогосподарських культур. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату». Умань. 2021. С 18.

12. Бабич А. О., Побережна А. А. Народонаселення і продовольство на рубежі другого та третього тисячоліть. Київ, 2000. 158 с.

13. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Урожайність зерна гречки за дії біологічних препаратів. Агробіологія. 2014. № 2. С. 39–42.

14. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної академії. 2016. № 3. С. 6–10.

15. Пономаренко С. П., Боровикова Г. С., Боровиков Ю. Я. Новые индукторы устойчивости растений с регуляторными и биозащитными свойствами. Материалы V Межд. науч. конф. [«Регуляция роста, развития и продуктивности растений»], Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2007. С. 161.

16. Курьята В. Г., Ходаницкая Е. А. Влияние хлормекватхлорида на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность льна масличного в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 4 (8). С. 88–93.

17. Даценко А. А. Мікробіологічна активність ризосфери гречки за дії бактеріального препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2014. Вип. 86. С. 215–220.

18. Макогоненко С. Ю., Баранов В. І., Терек О. І. Вплив Регопланту і Стимпо на вміст вільних амінокислот та інтенсивність пероксидного

окиснення ліпідів у *Brassica napus* L. за вирощування на техноземах. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2019. Вип. 1. С. 47–53.

19. Конончук О. Б., Пида С. В., Пономаренко С. П. Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стімпо. Агробіологія. 2012. Вип. 9 (96). С. 103–107.

20. Tsygankova V. A., Andrushevich Ya. V., Shtompel O. I. [et al.]. Auxin-like effect of derivatives of pyrimidine, pyrazole, isoflavones, pyridine, oxazolopyrimidine and oxazole on acceleration of vegetative growth of flax. International Journal of PharmTech Research. 2018. 11. № 3. P. 274–286. (DOI: 10.20902/IJPTR.2018.11309).

21. Pyda S. V., O. V. Tryhuba, O. B. Kononchuk, I. A. Hutsalo Energy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8 (3). P. 221.

22. Карпенко В. П., Полторецький С. П., Патица В. П. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування гречки: Рекомендації виробництву. За ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 16 с.

23. Білітюк А. П., Скуротівська О. В. Регулятори росту у формуванні врожайності. Захист рослин. 2000. № 10. С. 21–23.

24. Таран Н. Ю., Драта М. В., Шумік С. А. Біостимулятори для колосових. Захист рослин. 1998. № 2. С. 11.

25. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. [та ін.]. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: НВФ Українські технології. 1999. 408 с.

26. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Мікробіологічна активність ґрунту в посівах тритикале озимого залежно від застосування різних норм гербіцидів без біостимулятора росту і сумісно з рістрегулятором росту Біоланом. Основи формування продуктивності сільськогосподарських

культур за інтенсивних технологій вирощування : Зб. наук. праць УДАУ. Київ, 2008. С. 293–301.

27. Меркис Н. И., Новицкая Л. Л. Новые регуляторы роста растений. К., 1992. С. 158–160.

28. Горова А. І., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гумінові речовини. Київ: Наук. Думка. 1995. 304 с.

29. Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування озимих зернових культур (ячмінь, пшениця): рекомендації виробництву. За ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 20 с.

30. Вилов Б., Виблова А. Біостимулятори і вирощування озимої пшениці та ярого ячменю. Пропозиція. 2002. № 12. С. 66–67.

31. Іутинська Г. О. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність сої. Агроекологічний журнал. 2004. № 1. С. 62–64.

32. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Рекомендації виробництву. Черкаси: «Брама-Україна». 2019. 24 с.

33. Вакуленко В. В. Регуляторы роста. Защита и карантин растений. 2004. № 2. С. 24–26.

34. Анішин Л. А. Основні результати і перспективи досліджень ефективності регуляторів росту в рослинництві. Регулятори росту рослин у землеробстві. К.: Аграрна наука. 1998. С. 26–33.

35. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современном земледелии. Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 30–32.

36. Карпенко В. П. Вміст деяких антиоксидантів у листках ячменю ярого за дії гербіцидів і регулятора росту рослин. Зб. наук. Праць Уманського ДАУ. Умань. 2011. Вип. 77. Ч. 1. С. 14–20.

37. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – вагомий резерв урожаю 2009 р. Агро Перспектива. 2008. № 8. С. 34–35.

38. Foyer C., Noctor G. Redox regulation in photosynthetic organisms: Signaling, acclimation and practical implications. *Antioxidants and Redox Signaling*. 2009. № 11. P. 862–905.
39. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов сред на растительный организм. Мат. межд. конф. «Современная физиология растений : от молекул до экосистем». Сыктывкар. 2007. Ч. 2. С. 17.
40. Finkel T., Holbrook J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000. V. 408. P. 239–247.
41. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив Пріми, Пуми супер і Біолану на активність антиоксидантних ферментних систем в рослинах тритикале озимого. Тези наукової конференції. Умань. 2009. Ч. 1. С. 25.
42. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Павлишин С. В. Активність глутатіон-S-трансферази та перебіг реакцій пероксидного окиснення ліпідів у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду і регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 40–45.
43. Scandalios J. G. Oxidative stress : Molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Braz. J. Med. And Biol. Res.* 2005. 38. P. 995–1014.
44. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ. 2007. 140 с.
45. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений. *Ukrainian biochemical journal*. 2014. Vol. 86. № 4. С. 18–35. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/BioChem_2014_86_4_4
46. Куриленко І. М., Паладіна Т. О. Вплив сольового стресу і синтетичних регуляторів росту на активність каталази та пероксидази у проростках кукурудзи. *Укр. біохім. журн.* 2005. Т. 77. № 6. С. 86–93.
47. 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 : Зб. наук. праць. Київ. 1998. С. 40–44.

48. Стороженко В. О. Ключові антиоксидантні ферменти фотосинтетичного апарату вищих рослин за дії стресових чинників. Фізіологія та біохімія культ. рослин. 2004. Т. 36. № 1. С. 36–42.

49. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці. Агробізнес сьогодні. № 7. 2012. С. 24–26.

50. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах гречки за дії біологічних препаратів. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2014. Вип. 84. С. 38–43.

51. Карпенко В. П., Просянкін Д. І. Ліпопероксидаційні та антиоксидантні процеси в рослинах вівса гол озерного за дії біологічно активних речовин. Вісник Уманського НУС. 2015. № 1. С. 46–50.

52. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Активність окисно-відновних ферментів в рослинах ярого ячменю з підсівом і без підсіву конюшини при дії гербіцидів. Зб. наук. праць Уманської ДАА. Умань. 1998. С. 87–89.

53. Чернега А. О., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. 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.

54. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. № 3 (99). С. 61–65.

55. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Активність окисно-відновних ферментів у рослинах озимого тритикале при застосуванні двокомпонентних гербіцидів без і сумісно з біостимулятором Біоланом. Збірник наукових праць Уманського ДАУ. Умань. 2008. Вип. 67. Ч. 1. С. 30–36.

56. Леонтьюк І. Б., Грицаєнко З. М. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах озимої пшениці при дії хімічних реагентів. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2004. С. 153–157.

57. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 6 (76), гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>>.

58. Грицаєнко З. М., Макаринський О. Ю. Реакція антиоксидантних ферментних систем рослин гороху на застосування гербіцидів і біостимуляторів росту. Зб. наук. пр. УДАУ “Біологічні науки і проблеми рослинництва.” Умань. 2003. С. 36–39.

59. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир. 1986. 422 с.

60. Володарский Н. И., Циунович О. Л. Динамика ассимиляционной поверхности и продуктивность овса. Докл. ВАСХНИЛ. 1980. № 3. С. 17–19.

61. Мацкевич В. В. [та ін.]. Проблеми постасептичної адаптації рослин Abstracts of the 7th International scientific and practical conference «Dynamics of the development of world science». Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. P. 662–674.

62. Гатаулина Г. Г. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. В. кн. Растениводство; под. ред. Г. С. Посыпанова. М.: Колос. 1997. С. 37–45.

63. Вожегова Р. А., Сергеев Л. А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 2 (72). URL:<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10644/9361>

64. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Агролайт. Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.

65. Лебедева Л. А. Продуктивность новых сортов овса в зависимости от густоты посева на дерново-подзолистых почвах Юго-Востока Волго-Вятского региона : автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.01.09. Рос. гос. аграр. заочн. ун-т. Балашиха, 2004. 19 с.
66. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Формування пігментного комплексу листкового апарату гречки за дії біологічних препаратів. Наукові доповіді НУБіП (електронне видання) http://nd.nubip.edu.ua/2015_5/12.pdf.
67. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф., Карпенко В. П. Стан фотосинтетичної та пігментної систем соняшника за дії гербіцидів Фюзилад Форте 150, Дуал Голд 960 та регулятора росту Агролайт. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2014. Вип. 86. Ч. 1. С. 221–228.
68. Чернецький Ю. О. Вплив мікробіологічних препаратів на вміст хлорофілу в листках озимої пшениці. Сільськогосподарська мікробіологія. 2006. Вип. 4. С. 196–200.
69. Приплавко С. О. Залежність окремих фізіологічних процесів і продуктивності сільськогосподарських культур від дії металовмісних синтетичних регуляторів росту рослин. Автореф. дис...роб. на здоб. нак. ступ. канд. с.-г. наук спец. – 03.00.12 – «Фізіологія рослин». Умань. 2008. 21 с.
70. Романчук Л. Д., Зінченко О. В. Оцінка впливу регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, приживаність, морфологічні показники міскантусу гігантеусу. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. № 19. С. 47–51.
71. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 93. С. 23–32.
72. Заболотний О. І. Заболотна А. В. Вміст хлорофілу у листках пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтур 70 WG і регулятора росту

рослин Емістим С. Зб. наук. пр. «Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків». Вип. 17 (том I). Київ. 2013. С. 414–418.

73. Прусакова Л. Д., Малеванная Н. Н., Белопунов С. Л. [и др.] Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами. Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.

74. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. № 1. С. 100–103.

75. Литвин Л., Закалик Г., Цвілинюк О. Вміст фотосинтетичних пігментів і цукрів у рослинах пшениці за дії агростимуліну. Тези II Міжн. конф. [«Онтогенез рослин у природньому та трансформованому середовищі. Фізіолого – біохімічні та екологічні аспекти»]. (Львів, 18–21 серпня 2004 р.). Львів: вид-во «Сполом». 2004. С. 113.

76. Грицаєнко З. М., Припуляк Р. М. Вміст хлорофілу в листках тритикале озимого при різних способах застосування гербіцидів Пріми і Пуми супер та біостимулятора Біолан. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2011. Вип. 1 (58). С. 133–138.

77. Векірчик К., Конончук О. Вплив регулятора росту Емістиму С на деякі фізіологічні процеси, ріст, розвиток і продуктивність сої культурної в умовах Тернопільської області. Тези II Міжн. конф. [«Онтогенез рослин у природньому та трансформованому середовищі. Фізіолого – біохімічні та екологічні аспекти»]. (Львів, 18–21 серпня 2004 р.). Львів: вид-во «Сполом». 2004. С. 137.

78. Терек О. І., Мамчур О. В. Вміст цукрів та пігментів фотосинтезу у рослинах кукурудзи. Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2003. С. 72–76.

79. Чернега А. О., Грицаєнко З. М. Формування асиміляційної поверхні та синтез хлорофілу у листках ячменю озимого під впливом регулятора росту Біолан та гербіциду Калібр 75. Агробіологія: збірник наукових праць

Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква. 2010. Вип. 3 (74). С. 50–52.

80. Asada K. Radical production and scavenging in the chloroplasts. *Photosynthesis and the Environment*. Netherlands. Kluwer Acad. Publ. 1996. P. 123–150.

81. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Стан пігментної системи гороху озимого за використання гербіциду МаксіМокс, регулятора росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 79–87.

82. Thomas H. Chlorophyll: a symptom and a regulator of plastid development. *New Phytologist*. 1997. Vol. 136. P. 163–181.

83. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізій Д. А. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2008. Т. 40. № 6. С. 463–478.

84. Величко Л. Н. Вплив передпосівної обробки насіння біостимуляторами росту на окремі фізіологічні процеси і урожайність сої. *Біологічні науки і проблеми рослинництва*. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2003. С. 54–57.

85. Guidi L., Pallini M., Soldatini G. P. Influence of phosphorus deficiency on photosynthesis in sunflower and soybean plants. *Agrochemica*. 1994. Vol. 38. № 3. P. 211–223.

86. Цыбульников В. А. Продуктивность озимой пшеницы в связи с применением регуляторов роста растений на черноземах типичных западного Предкавказья: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. с.-х. наук.: спец. 06.01.09 “Растениеводство”. Краснодар. 2009. 27 с.

87. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Інтенсивність дихання рослин і продуктивність фотосинтезу пшениці ярої залежно від дії гербіциду і ріст регулятора. Зб. наук. пр. «Вісник Полтавської державної аграрної академії». Полтава. 2010. С. 21–24.

88. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А. Інтенсивність дихання рослин гречки за дії біологічних препаратів. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2016. № 4 (42). С. 37–40.
89. Григор'єва Т. М. Ефективність регуляторів росту та біопрепаратів при вирощуванні ярого ячменю на чорноземі звичайному Північного Степу України. Збірник наукових праць УНУС. 2010. Вип. 74. С. 33–38.
90. Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger. Taiz Lincoln Plant physiology. Sinuaer Associates. Inc. Publishers. 3 rd ed. 2002. 674 p.
91. Білоношко В. Я., Карпенко В. П., Полторецький С. П. [та ін.]. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 2. С. 7–13.
92. Попова О. А. Анатомическое строение листьев некоторых ранневесеннецветущих растений Восточного Забайкалья. Ученые записки ЗабГГПУ. 2013. № 1/48. С. 37–45.
93. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Анатомічна будова рослин кукурудзи при дії Базису 75, Зеастимуліну і Рексоліну. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Аграрна наука і освіта ХХІ століття». Умань. УДАУ. 2006. С. 24–26.
94. Иванова Н. А., Музычко Л. М. Анатомическое строение листьев растений на засоленных почвах. Вестник Нижневартковского ГГУ. 2013. № 3. С. 1–6.
95. Притуляк Р. М., Чалий В. І., Вишневський С. В., Лебідь Ю. І. Анатомо-морфологічна будова листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і ріст регуляторів. Сучасні тенденції розвитку української науки: Всеукр. наук. конф. Переяслав-Хмельницький. Матеріали наукової конференції. Переяслав-Хмельницький. 2018. Вип. 6 (16) С. 28–30.
96. 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.

97. Патика В. П., Гармаш В. В., Калініченко А. В. Морфологічні дослідження впливу біопрепаратів азотфіксувальних бактерій на формування елементів продуктивності озимої пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т. 36. № 3. С. 239–249.

98. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивності соняшнику за дії Триптолену. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. К.: Логос. 2009. С. 680–686.

99. Копилов Є. П., Адамчук-Чала Н. І. Морфо-функціонувальні зміни рослин пшениці ярої (*Triticum aestivum* L.) при взаємодії із діазотрофами роду *Azospirillum*. Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали Міжнародної конференції молодих вчених. Сімферополь: ВД «АВІАЛ». 2010 С. 376.

100. Ваганов А. П., Кулик Н. И. Роль препарата ТУР и микроэлементов в регулировании водного режима у растений томатов. Регуляция водного обмена растений : VII Всесоюз. симпоз., 8–11 сент. 1981 г.: материалы симпоз. Отв. ред. И. Г. Шматько. К.: Наукова думка. 1984. С. 58–60.

101. Ритвинская Е. М., Деева. В. П., Гафуров Р. Г. Влияние новых регуляторов роста на устойчивость к полеганию растений тритикале. Регуляция роста, развития и продуктивность растений: IV междунар. науч. конф. Материалы конф. Минск. 2005. С. 202.

102. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Анатомічна структура епідермісу листового апарату гречки за дії біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. 2014. № 1. С. 65–68.

103. Silva D. V., Cabral C. M., Da Costa S. S. D. [et. al.]. Leaf anatomy of cassava (*Manihot esculenta* Crantz. cv. IAC-12) after herbicides application to control weeds in Minas Gerais, Brazil. Acta Agronomica. 2017. № 66 (3). P. 385–390.

104. Шевчук О. А., Ткачук О. О., Ходаніцька О. О. [та ін.]. Морфо-біологічні особливості культури *Phaseolus vulgaris* L. за дії регуляторів росту рослин. Вісник УНУС. 2019. № 1. С. 3–8.
105. Грицаєнко З. М., Івасюк Ю. І. Анатомічна будова рослин сої за інтегрованого застосування гербіциду. Вісник УНУС. 2014. № 2. С. 80–85.
106. Мусіяка В. К. Антимутагенна дія регулятора росту Емістиму в корневих меристемах гороху та пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 34. № 1. С. 45–51.
107. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомо-морфологічні зміни листкової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 94. С. 264–274.
108. Луценко Э. К., Марушко Е. А. Индуцированные Агатом-25К цитофизиологические изменения у проростков ржи в условиях засоления. Мат. докл. Межд. конф. [«Современная физиология растений: от молекул до экосистем»]. Сыктывкар. 2007. Ч. 2. С. 243–244.
109. Martin C. Goffinet Anatomy of Grapevine Winter Injury and Recovery [Електронний ресурс]. Cornell University Department of Horticultural Sciences, NY State Agricultural Experiment Station, Geneva, NY 14456. Date: 28 February 2004. http://www.hort.cornell.edu/goffinet/Anatomy_of_Winter_Injury_hi_res.pdf
110. Karpenko V., Boiko Y., Prytuliak R. [et. al.]. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. Agronomy Research. 2021. № 19 (2). P. 472–483.
111. Барановский П. М., Копытцова В. С., Даниличев С. Н. Фотосинтез и урожай яровой пшеницы. Зерновое хозяйство. 1980. № 12. С. 30.
112. Гарбар Л. А., Холодченко Р. М., Шевчук В. В. Вплив технологій вирощування на формування асиміляційного апарату посівами вівса. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: агрономія. 2013. Ч. 2. Вип. 183. С. 79–82.

113. Березов З. Т., Плиева Е. А., Босиева О. И. Площадь листьев, индекс листовой поверхности и фотосинтетический потенциал. 2017 : Достижения науки – сельскому хозяйству : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (заочной), Владикавказ, 02–03 окт. 2017 г. Владикавказ. 2017. С. 93–95.
114. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 3. С. 6–11.
115. Ничипорович А. А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности. Физиология сельскохозяйственных растений. 1967. Т. 1. С. 309–353.
116. Тіней В. А. Інтенсифікація технологій вирощування гречки в умовах південно-західного Лісостепу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. «Рослинництво». Подільський державний аграрний університет. Кам'янець-Подільськ. 2007. 19 с.
117. Орехова А. Н. [и др.]. Улучшение продукционных свойств озимой пшеницы с применением регуляторов роста Nano-Stim и Nano-Gro. Физиолого-биохимические основы продукционного процесса у культивируемых растений: Материалы докладов Всероссийского симпозиума с международным участием. Саратов: Саратовский источник. 2010. С. 65–67.
118. Попов С. І., Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є. [та ін.]. Застосування регуляторів росту рослин у насінництві зернових колосових та круп'яних культур. Харків. Методичні рекомендації. 2013 р. 78 с.
119. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Международная конференция Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. К. 2008. С. 45–48.
120. Підан Л. Ф. Динаміка листового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування рістрегулятора. Сборник докладов Международных конференций «Консолидация научных исследований», «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований», 12 жовтня 2013 р. Донецк: Ниц Знание. 2013. С. 16–19.

121. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Формування площі листкового апарату рослин гречки за дії біологічних препаратів. Таврійський науковий вісник. 2014. Вип. 88. С. 69–73.
122. Безлер Н. В., Панина Н. В., Гафуров С. П. Эффективность применения регулятора роста Бензихола на яровом ячмене. Агрохимия. 2006. № 5. С. 49–55.
123. Прусакова Л. Д., Чижова С. И. Исследования в области физиологически активных соединений. Агрохимия. 1999. № 9. С. 12–21.
124. Карпенко В. П., Даценко А. А., Притуляк Р. М. та ін. Біологізована технологія вирощування гречки: монографія; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2020. 132 с.
125. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез та продуктивність соняшнику. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця. 2012. С. 121–127.
126. Ткаліч Ю., Кохан А. Фізіологічно активні речовини в технології вирощування соняшнику. Пропозиція. 2011. № 5. С. 86–87.
127. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. Bot. Lithuan. 2007. Vol. 13. № 2. P. 115–121.
128. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. та ін. Основи біологізації в технологіях вирощування сої : монографія (рекомендації виробництву); за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2017. 146 с.
129. Добровольський А. В., Домарацький Є. О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. Аграрний вісник Причорномор'я. 2017. Вип. 84 (2). С. 39–45.
130. Skoric D., Pacueanu-Joita M. Possibilities for increasing sunflower resistance broomrape (*Orobanche cumana*) Journal of Agricultural Science and Technology B. I. 2011. P. 151–152.

131. Schilling E. E., Panero J. L. A revised classification of subtribe Helianthinae (Asteraceae: *Heliantheae*). I. Basal lineages. Botanical Journal of the Linnean Society. 2002. T. 140. № 1. P. 65–76.

132. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування озимих зернових культур (пшениця, тритикале, ячмінь): рекомендації виробництву; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 24 с.

133. Карпова Г. А., Зюзина Е. Н. Эффективность использования регуляторов роста и бактериальных препаратов на яровой пшенице. Зерновое хозяйство. 2007. № 5. С. 16–18.

134. Дудник А. В., Ястремська Л. В., Волошенюк А. В. Вплив біостимуляторів росту на біометрію рослин соняшнику в умовах Південного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2008. Вип. 1. С. 130–136.

135. Лиман П. Б., Григор'єва Т. М. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні зернових культур в Північному Степу України. Вісник Степу : науковий збірник. Кіровоград : Кіровоградський інститут агропромислового виробництва УААН. 2009. Вип. 6. С. 53–55.

136. Вінюков О. О., Орехівський В. Д., Бондарева О. Б., Вінюкова О. Б., Мамєдова Е. І. Економічна доцільність впровадження в сільськогосподарське виробництво східної частини Північного Степу елементів органічної технології вирощування ярих колосових культур. Вісник аграрної науки. Київ. 2014. № 12. С. 60–65.

137. Чубко О. П. Фотосинтезуюча система сортів озимої пшениці та її продуктивність за різних строків сівби. Науковий вісник Національного аграрного університету. К. 2005. Вип. 84. С. 59–62.

138. Абилов С. К., Ножнин С. П., Моисеенко А. А. Экологические аспекты применения препарата Эль-1 в выращивании картофеля и томатов. Radostim 2007. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве «наука

– продукты – практика» в рамках выставки «АГРО 2007» : сб. материалов конф. К.: Аграрна наука. 2007. С. 23–26.

139. Пономаренко С. П., Черемха Б. М., Анішин Л. А. Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Колос України. 1997. 63 с.

140. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин. К. 2003. 219 с.

141. Карпенко В. П., Просянкін Д. І. Ростові процеси вівса голозерного за дії біологічно активних речовин. *Materialy X Mezinarodni Vedecko-Praktika Konference. Praha.* 2014. Р. 47–48.

142. Меркушина А. С. Фізіолого-біохімічні основи підвищення продуктивності гороху. Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. пр. УДАУ. Умань. 2003. С. 99–104.

143. Серекпаев Н. А, Стыбаев Г. Ж., Ансабаева А. С. Биоэнергетическая оценка влияния биостимулятора роста и минерального удобрения на урожайность нута в степной зоне Акмолинской области. Омск. 2016. С. 24–28.

144. 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.* 2008. № 31. Р. 157–171.

145. Нецветаев В. П., Правдин И. В., Петренко А. В. Урожайность сортов нута при использовании микробиологических препаратов. Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 37–39.

146. Калюжна Ю. І. Вплив мікробіологічного препарату у поєднанні з біостимулятором росту на розвиток і врожайність рослин сої. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах. Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 61–62.

147. Голодрига О. В., Леонтьук І. Б., Розборська Л. В., Заболотний О. І. Продуктивність сої за застосування гербіциду Десілет на фоні обробки

насіння регулятором росту рослин Біолан і бактеріальним препаратом Ризобофіт. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2016. № 89. С. 143–151.

148. Петров Н. Ю., Бердников Н. В., Чернышков В. В. Влияние биостимуляторов на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 4. С. 1–4.

149. Бочевар О. В. Біологічні та технологічні заходи підвищення продуктивності рослин і якості зерна ярого ячменю в південно-західній частині Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. «Рослинництво». Дніпропетровськ. 2007. 23 с.

150. Бадовская Л. А., Кульневич В. Г., Латашко В. М. Стимулятор роста кукурузы. Химизация сельского хозяйства. 1990. № 1. С. 59–61.

151. Мандзюк І. М., Сенік С. Ю., Жіяк І. Д., Мостов'як І. І. Застосування стимуляторів росту та мікроелементів при протруєнні пшениці озимої. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2011. Ч. 1. С. 72–73.

152. Павленко В. П., Петров Н. Ю., Мельникова А. В. Технологии и средства возделывания нута. Волгоград: Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. 2003. 160 с.

153. Серекпаев Н. А, Стыбаев Г. Ж., Ансабаева А. С. Биоэнергетическая оценка влияния биостимулятора роста и минерального удобрения на урожайность нута в степной зоне Акмолинской области. Омск. 2016. С. 24–28.

154. 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. 2008. № 31. P. 157–171. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904160701742097>.

155. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Бойко Я. О. Забур'яненість посівів гороху озимого за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Збірник наукових праць УНУС. 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 171–180.

156. Serekrayev N., Popov V., Stybayev G., Nogayev A., Ansabayeva A. Agroecological Aspects of Chickpea Growing in the Dry Steppe Zone of Akmola Region, Northern Kazakhstan. *Biotech Res Asia* 2016. № 13 (3). P. 1341–1351.
157. Чириков Ю. Г. Фотосинтез: два века спустя. Москва : Знание. 1981. 192 с.
158. Заєць С. О., Онуфран Л. І. Ячмінь ярий на Півдні України : монографія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС. 2019. 164 с. ISBN 978-966-289-312-0.
159. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.
160. Калитка В. В., Ялоха Т. М. Урожайність ячменю озимого за дії різних попередників та регулятора росту АКМ. *Науковий вісник НУБІП*. 2011. № 162. С. 89–93.
161. Bakhmat M. I. [et al.]. The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agrology*. 2019. № 2 (3). P. 189–193. DOI : 10.32819/019027.
162. Новікова Т. П. Фотосинтетична продуктивність посівів сочевиці за дії біологічних препаратів. *Наукові горизонти*. 2019. № 10 (83). С. 28–34. DOI : 10.33249/2663-2144-2019-83-10-28-34.
163. Рудник-Іващенко О. І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 27–31.
164. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів Пріми та Пуми супер, внесених без і сумісно з регулятором росту рослин Біоланом, на чисту продуктивність фотосинтезу посівів озимого тритикале. *Збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції*. Миколаїв: НУК. 2008. Т. II. С. 10–13.
165. Еськин В. Н., Кшникаткина А. И., Самойленко А. В. Влияние некорневой подкормки регуляторами роста и микроудобрениями на продуктивность тритикале. *Зерновое хозяйство*. 2007. № 7. С. 11–12.
166. Грицаєнко З. М., Чернега А. О. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту Біолан.

Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2010. Ч. 1. С. 16.

167. Горщар В. І. Вплив біологічно активних речовин на врожайність ярого ячменю в північному Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2010. № 9. С. 77–79.

168. Van Loon L. C., Bakker P. A., Pieters C. M. Systems resistance induced by rhizosphere bacteria. *Phytopathology*. 1998. Vol. 36. P. 453–483.

169. Тихонович И., Круглов Ю. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Москва, 2005. 154 с.

170. Скляничук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» (спецвипуск). Київ: ЕКМО. 2006. Вип. 29. С. 112–118.

171. Пати́ка В. П., Мельничук Т. М. Мікробні біотехнології ризосфери овочевих культур. Імунологія та алергологія: наука і практика. Київ. 2014. № 1. С. 20–21.

172. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. [та ін.]. Хвороби сочевиці: монографія. За редакцією В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2021. 112 с.

173. Шерстобоева О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угруповання ризосфери рослин. Мікробіологічний журнал. Київ. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.

174. Повидало В. М., Коломієць Л. П., Шевченко І. П. Продуктивність ячменю ярого в системі ґрунтозахисного біологічного землеробства. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Київ. 2014. С. 48–54.

175. Коноваленко Л. І., Моргунов В. В., Петренко К. В. Ефективність різних регуляторів росту рослин та біопрепаратів в умовах Степу. Агроекологічний журнал. Київ. 2013. № 2. С. 51–56.

176. Pyder M. H., Brisban P. G., Rovira A. D. Mechanism in the biological control of take: all of wheat be rizosphere bacteria. Biological control of soil: borne plant pathogens. Campridge. 1990. P. 123–130.

177. Карпова Г. А. Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи Среднего Поволжья. Автореферат дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09. «Растениеводство». Пенза. 2009. 71 с.

178. Смиловенко Л. А. Соколов Д. Л., Лафицкий С. М. Влияние последствий биопрепаратов на продуктивность сахарного сорго. Русь АгроЮг – отраслевой агропромышленный портал. 2010. URL: <http://rusagroug.ru/articles/321>.

179. Alieksieiev O. O., Patyka V. F. Influence of biological products on the microbium soil in the rhizosphere of *Glycine max* (L.) Merr. Science and World. International scientific journal. 2016. № 12 (40) Vol. II. P. 54–58.

180. Мацай Н. Ю. Зміни мікробіологічної активності ґрунту при використанні біопрепарату на основі асоціативних азотфіксуючих бактерій. Імунологія та алергологія: наука і практика. 2014. № 1. С. 70–71.

181. Іутинська Г. О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроecosystem. Сільськогосподарська мікробіологія. 2006. Вип. 3. С. 7–18.

182. Грицаєнко З. М., Чернега А. О. Мікробіологічна активність ризосфери ячменю озимого за дії гербіциду Калібру 75 й регулятора росту Біолану. Тези доповідей XII З'їзду Товариства Мікробіологів України ім. С. М. Виноградського, 25 –30 травня. Ужгород. 2009. С. 156.

183. Волкогон В. В., Комок М. С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2010. № 39. С. 89–93.

184. 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.
185. Даценко А. А. Мікробіологічна активність ризосфери гречки за дії бактеріального препарату Меланоріз і регулятора росту рослин Агролайт. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2014. Вип. 86. С. 215–220.
186. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. [та ін.]. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія; за ред. В. В. Волкогона. К.: Аграрна наука. 2006. 312 с.
187. Гущина В. А., Володькин А. А. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии. Пенза : РИО ПГСХА. 2016. 206 с.
188. Иутинская Г. А., Пономаренко С. П., Андреюк Е. И., и др. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография. Под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. К.: Ничлава. 2010. 464 с.
189. Ракитин Ю. В. Применение ростовых веществ в растениеводстве. М.: Россельхозиздат. 1977. С. 12–14.
190. Романюк Н., Думанчук Н., Думанчук Я. [та ін.]. Вплив регуляторів росту Івіну та Емістиму С на ріст та врожайність рослин моркви (*Daucus sativus*). Вісник Львівського університету. Львів. 2002. Вип. 31. С. 283–292.
191. Карпенко В. П. Залежність вмісту білка та фізичних показників якості зерна ячменю ярого від використання різних норм гербіциду Лінтуру окремо й сумісно з біопрепаратом АГАТ-25К. Корми і кормовиробництво: Міжн. тем. наук. зб. Вінниця. 2008. Вип. 62. С. 250–257.
192. Шевченко А. О. Регулятори росту рослин в землеробстві. К.: Урожай. 1998. 143 с.
193. Сорока Т. А. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1. С. 42–44.
194. Лісовий М. М., Пархоменко О. Л., Дідович С. В. та ін. Розробка системи комплексного застосування мікробних препаратів в агротехнології

виросування нуту. Сільськогосподарська мікробіологія. 2010. Вип. 11. С. 90–101.

195. Грищенко Г. В., Явдощенко М. П. Сумісне застосування пестицидів, регуляторів росту і добрив проти захворювань озимої пшениці. Вісник сільськогосподарської науки. 1981. № 6. С.4–8.

196. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 168 с.

197. Ляхидов А. И., Овчаренко И. М., Кондратенко А. П. Применение гумата натрия с пестицидами и микроэлементами. Химия в сельском хозяйстве. М.: Наука. 1991. № 6. С. 15–16.

198. Седых Н. В., Каргалева И. В., Подколзин О. А. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на темно-каштановых почвах Ставропольского края. Плодородие. 2011. № 1 (58). С. 15–16.

199. Горбаченко Н. І. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні сорго цукрового в умовах полісся. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. № 18. С. 39–50.

200. Барковський О.М. Рекомендації по застосуванню водного розчину йоду при вирощуванні сільськогосподарських культур. К.: «Йодис». 2008. 15 с.

201. Василюк О. М., Грищенко П. В. Регулятори росту рослин і відновлення біогеоценозів. Вісник Дніпропетровського національного університету. Дніпропетровськ. 2007. Вип. 4. С. 20–21.

202. Колісник Н. М., Тимофійчук О. М. Застосування біостимуляторів добрив нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Збірник наукових ІМТ НААН. Вип. 2 (8). Запоріжжя. 2011. С. 149–155.

203. Коцюба А. С., Аристархова Э. А. Гуминовые кислоты как природные стимуляторы роста растений. Гумінові речовини і фітогормони в

сільському господарстві: матеріали V Міжнародної конференції Radostim. Дніпропетровськ. 2010. С. 114–115.

204. Тимофійчук О. Б. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів росту і розвитку рослин нового покоління в технологіях вирощування кукурудзи. Івано-Франківськ. 2012. 16 с.

205. Архипова Н. О. Эффективность применения предпосевной обработки семян стимуляторами роста и микроэлементами в составе вермикомпоста при возделывании кукурузы на силос в условиях Оренбургской области: автореф. дис...канд. наук: спец. 06.01.09 – Растениводство. Оренбург. 2004. 24 с.

206. Гутянський Р. А., Ільченко Н. К., Шелякіна Т. А., Посилаєва О. О. Урожайність і якість насіння гороху, нуту, сої за впливу забур'яненості, інокуляції та гербіциду. Селекція і насінництво. 2018. Вип. 113. С. 179–188.

207. Гирка А. Д., Кулик І. О., Вінюков О. О., Андрейченко О. Г. Вплив біопрепаратів і регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та плівчастого в умовах Північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2012. № 3. С. 65–68.

208. Голодна А. В. Формування продуктивності люпину білого залежно від удобрення та передпосівного оброблення насіння. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 62–69.

209. Задорожний В. С., Карасевич В. В., Свитко С. М. [та ін.]. Ефективність біологічних препаратів на посівах сої. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 70–78.

210. Кулик М. Ф., Кобак С. Я., Хіміч О. В. [та ін.]. Препарат для підвищення врожайності сої, а для раундапстійкої зменшення синтезу неприродних пептидів з гліцином гліфосату. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 79–86.

211. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах Північного степу України. Наукові праці

інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2004. Вип. 21. С. 115–121.

212. Seied Naser Eshaghi Sardrood, Amin Bagheri Pirouz and Behzad Shokati Effect of chemical fertilizers and bio-fertilizers application on some morpho-physiological characteristics of forage sorghum. International journal of Agronomy and Plant Production. 2013. Vol. № 4 (2). P. 223–231. URL:http://eprints.icrisat.ac.in/11527/1/IJAPP_4_2_223_231_2013.pdf

213. Гриник І. В., Пати́ка В. П., Шкатула В. П. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 4. С. 7–11.

214. Пида С. В., Солодюк Н. В., Левченко Т. М. Роль біологічного азоту в підвищенні насінневої продуктивності люпину. Збірник наукових праць Національного наукового центру “Інститут землеробства УААН” (спецвипуск). К.: ЕКМО. 2006. С. 153–161.

215. Мусатов А. Г., Григор’єва О. М., Григор’єва Т. М. Економічна та енергетична ефективність застосування мікробних препаратів при вирощуванні ячменю ярого на чорноземах звичайних. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2011. № 1. С. 145–149.

216. Касынкина О. М. Формирование урожая тритикале под воздействием биологических препаратов. Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 2–3.

217. Цеберябий І. М. Технологічні заходи підвищення адаптивності рослин ярого ячменю в умовах північного степу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с-г наук : спец. 06.01.09. «Рослинництво». Дніпропетровськ. 2000. 18 с.

218. Вінницький В. М. Урожай і якість зерна пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах західного Лісостепу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. «Рослинництво». Вінниця. 2004. 24 с.

219. Негруцька В. В., Громозова О. М., Козировська І. О. Новий препарат для вирощування врожаїв зернових культур. Агробіотехнологія. 1998. Вип. 2. С. 131–136.

220. Петров Н. Ю., Думбров С. І. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы. Аграрный вестник Урала. 2008. № 1. С. 28–29.

221. Копилов Є. П., Надкерничний С. П. Високоєфективний засіб стимулювання росту рослин, підвищення стійкості до збудників хвороб та урожайності сільськогосподарських культур. Аграрна наука – виробництву : Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок. Київ, 2011. № 3. С. 6–10.

222. Анишин Л. А., Пономаренко С. П., Жилкин В. О., Грицаенко З. М. Технологии применения регуляторов роста растений в земледелии. К.:МНТЦА. 2006. 32 с.

223. Седіль Г. М., Свідерко М. С., Качмар О. Й. [та ін.]. Рекомендації: Наукове супроводження програми вирощування озимих культур в господарствах Львівської області під урожай 2013 року. Друкарня ІСГКР НААН. Оброшино. 2012. 49 с.

224. Пида С. В., Тригуба О. В., Гурська О. В., Брошак І. С. Економічна ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні люпину білого в умовах Західного Лісостепу України. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. 2017. № 1 (68). С. 133–137.

225. Бовсуновский А. М., Вялый С. О. Нанотехнологии как движущая сила аграрной революции. Зерно. 2008. № 11. С.24–28.

226. Тимофійчук О. Б. Продуктивність кукурудзи на зерно при застосуванні біорегуляторів росту в Західному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ. 2012. Вип. 1–2. С. 81–86.

227. Юла В. М., Камінська В. В., Дудка О. Ф. Формування продуктивності вівса залежно від елементів технології вирощування за

органічного землеробства. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ. 2014. Вип. 12. С.77–81.

228. Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Влияние подкормки азотом и сроков уборки на урожай и качество семян голозерного овса. Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 1. С. 36–30.

229. Прокопчук С. В. Оптимізація мінерального живлення нуту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.04. Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського". Харків. 2015. 20 с.

230. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І., Нікітіна О. В. Агрохімічні показники якості чорнозему опідзоленого після тривалого (49 років) застосування добрив у польовій сівоzmіні. Збірник наукових праць «Охорона ґрунтів». 2014. № 1. С. 135–139.

231. МЕЛАНОРИЗ® (Мікориза). Режим доступу: btu-center.com/promisloviy-sektor/roslinnitstvo/biozhivlennya/melanoriz/.

232. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : спец. випуск журн. «Пропозиція». К.: Юнівест медія. 2018. 1040 с.

233. Механізм дії регулятора росту Вимпел (Агролайт). Режим доступу: superagronom.com/pesticidi-regulyatori-rostu/vimpel-agrolayt-dolina-id1810.

234. Сорт вівса голозерного «Мирсем». Режим доступу: sativa.com.ua/ru/zernovye/oves-_mirsem_.html.

235. Культура ОВЕС (особливості вирощування та зберігання). Режим доступу: agrarii-razom.com.ua/culture/oves.

236. Технологія вирощування вівса. Режим доступу: ro-teme.com.ua/rastenievosdstvo/stati-po-rastenievodcheskim-temam/1457-tekhnologiya-viroshchuvannya-vivsa.html.

237. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. Москва: Наука. 1968. 266 с.

238. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre for Agriculture and

Forestry, Germany. 2001. 158 p. Режим доступу до ресурсу: <https://www.politicheagricole.it/flex/AppData/WebLive/Agrometeo/MIEPFY800/BBCHengl2001.pdf>.

239. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. К.: Наук. думка. 1976. 334 с.

240. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия. 2003. 256 с.

241. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.

242. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів. Мат. Всеукр. конф. молодих вчених УДАУ. Умань. 2008. Ч. 1. С. 17–19.

243. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії; За ред. В. О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.

244. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Наука. 1963. С. 5–36.

245. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К.: Аграрна наука. 2010. 464 с.

246. Алиева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А [и др.]. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под. ред. Д. Г. Звягинцева М.: Изд-во Московского университета. 1991. 304 с.

247. Возняковской Ю. М., Попова Ж. П., Герш Н. Б. [и др.]. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы: методические рекомендации. под ред. Ю. М. Возняковской. Ленинград. 1987. 47 с.

248. Овес. Технічні умови: ДСТУ 4963: 2008. [чинний від 2010-07-01]. Київ: Держ-споживстандарт України. 2010. 10 с.

249. ГОСТ 10842-76. Методы определения качества зерновых и зернобобовых культур: Зерно. Методы определения массы 1000 зерен. Зерновые зернобобовые и масличные культуры. М.: Издательство стандартов. 1990. Ч. 2. С.7–9.

250. Зерно. Методы определения натуры. Зерно та бобові культури: ГОСТ 10840-64.: [нормат. док.: довідник у 2 т., укр. та рос. мовами; за заг. ред. В. Л. Иванова]. Львів: НТЦ «Леонорм Стандарт». 2000. Т. 2. С. 54–56.

251. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Издательство стандартов. 1992. 8 с.

252. ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. Минск. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Межгосударственный стандарт. 2000. 6 с.

253. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай. 1991. 217 с.

254. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 350 с.

255. Gusta, L. V., Wisniewski M. Understanding plant cold hardiness: an opinion. *Physiol. Plant.* 2013. Vol. 147. P. 4–14.

256. Theocharis, A., Clement Ch., Barka E. A. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperature. *Planta.* 2012. Vol. 235. P. 1091–1105.

257. 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.

258. Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб: ГИОРД. 2004. 201 с.

259. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Вісник

Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 2. С. 68–73.

260. 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.], (Strasbourg, November 26–29, 2012). Acta Horticulturae 1009. Strasbourg. 2013. P. 225–234.

261. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. Физиология растений. 2011. № 58 (1). P. 58–66.

262. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. Pesticide Biochemistry and Physiology. 2005. № 83 (2–3). P. 69–81.

263. Притуляк Р. М., Удолатій В. О., Кавецький Ю. П. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале озимого за дії гербіцидів та регулятора росту рослин. Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, присвячений 125-річчю від дня народження професора В. Л. Симеренка. Умань, 2016. Частина 2. С. 68–69.

264. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. № 1. С. 100–103.

265. Эрдели Г. С., Звягинцев В. И., Чугунова Н. Г. Физиологические особенности влияния регуляторов роста разного типа на фосфорный обмен в листьях подсолнечника. Ученые записки. Ботаника. Регуляторы роста и их действие на растения. М. 1967. Вып. 3. С. 148–157.

266. Мусатенко Л. І., Яворська В. К. Ріст і розвиток рослин та проблеми їх регуляції. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: зб. наук. праць. К., 2001. Т. 1. С. 269–281.

267. Петунова А. А. Реакция видов и сортов пшеницы и ячменя на гербициды : автореферат дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09, 06.01.01 «Растениеводство; Общее земледелие». Омск. 1988. 31 с.
268. Мусіяка В. К. Антимутагенна дія регулятора росту Емістиму в корневих меристемах гороху та пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 34. № 1. С. 45–51.
269. Грицаєнко З. М. Анатомічні зміни в будові фотосинтетичного апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару і біостимулятора росту Емістима С. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2006. Вип. 62. Ч. 1. С. 9–15.
270. Гулидов А. М. Погодные условия и эффективность послевсходовых гербицидов. Защита и карантин растений. 2000. № 5. С. 21–24.
271. Коршунова Г. Ф., Балаева Р. В., Смирнова В. Н. Применение Агата-25К в Московской области. Защита и карантин растений. 2000. № 4. С. 25.
272. Шевелуха В. С., Кавалев В. М., Лезжова Т. В. и др. Эффективность действия регулятора роста картолина на продуктивность ярового ячменя в условиях почвенной засухи. Сельськохозяйствєнна біологія. 1987. № 9. С. 3–6.
273. Герасименко Л. А. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на фотосинтетичну продуктивність посівів сорго цукрового. Сортовивчення. № 4. 2014. С. 73–76.
274. Davidson J. L. Some effects of leaf area control on the yield of wheat. Austr. J. Agric. Res. 1965. V. 16. № 5. P. 721–731.
275. Леонтьюк І. Б. Вплив біологічно активних речовин на фізіолого-біохімічні процеси пшениці озимої. Зб. наук. праць Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ. 2013. Вип. 17. Т. 2. С. 149–153.
276. Терек О. І., Джура Н. М., Цвільнюк О. М. Фотосинтетичні пігменти рослин *Carex Hirta* L. за умов нафтового забруднення ґрунту. Физиология и биохимия культурных растений. 2008. Т. 40. № 3. С. 238–243.

277. Зеленянська Н. М. Вплив фізіологічно активних препаратів на накопичення пігментів у листках винограду. Вісник аграрної науки. 2004. № 2. С. 77–81.
278. Kutasy E., Csajbok J., Hunyadi B. Relations between yield and photosynthetic activity of winter varieties. Cereal Res. Communic. 2005. 33. № 1. P. 173–176.
279. Даценко А. А., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2017. № 90 (1). С. 14–22.
280. Новікова Т., Карпенко В., Притуляк Р., Гнатюк М. Вміст пігментів у листках сочевиці за дії біологічних препаратів. Наукові горизонти. Вісник ЖНаЕУ. 2019. № 7 (80). С. 41–47.
281. Анішин П. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Пропозиція. 2004. № 10. С. 48–50.
282. Карпова Г. А. Эффективность использования регуляторов роста и бактериальных препаратов на яровой пшенице. Зерновое хозяйство. 2007. № 5. С. 16–18.
283. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К.: ЗАТ «Ничлава». 2008. 352 с.
284. Кабашникова Л. Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков. Минск: Беларус. Навука. 2011. 327 с.
285. Землянов В. Повышение урожайности и качество семян сорго сахарного путем подбора сортов, регуляторов роста и десикантов: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Дон. Рассвет. 2003. 23 с.
286. Воскобулова Н. Новикова А. Влияние регуляторов роста на динамику накопления сухого вещества и химический состав растений сахарного сорго. Вестник мясного скотоводства. Оренбург. 2011. № 64 (4). С. 130–133.
287. Гирка А. Д., Бокун О. І., Мамєдова Е. І. Вплив попередників, мінеральних добрив і біопрепаратів на формування елементів структури

врожайності ячменю ярого в Північному Степу України. Зернові культури. Дніпро. 2017. Т. 1. № 1. С. 51–55.

288. Пономаренко С. П., Стефановская Т. Р., Медков А. И., Каприй М. М. Биорегуляторы развития растений при выращивании биотопливных культур. Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 17-й Международной научной конференции, 18–19 мая 2017 года. Минск. 2017. Ч. 2. С. 40–42.

289. Patyka V. H., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. Мікробіологічний журнал. 2014. Ч. 76. № 1. С. 21–26.

290. 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). P. 17–26. <https://doi.org/10.24326/as.2021.2.2>

291. Логачев В. В., Анисимов М. М., Золотарева Е. В. [и др.]. Новые биологически активные препараты. Карантин и защита растений. 2010. С. 36–37.

292. Пати́ка В. П., Кири́ленко Л. В., Алексе́ев О. О. [та ін.]. Вплив біопрепаратів, фітопатогенних мікроорганізмів на мікробіом ґрунту ризосфери і ефективність функціонування симбіотичної системи бульбичкової бактерії – соя, козлятник. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2017. № 1. С. 123–132. http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2017_1_21

293. Пати́ка В. П., Омелья́нець Т. Г., Грини́к І. В., Петри́ченко В. Ф. Екологія мікроорганізмів; за ред. В. П. Пати́ки. Київ: Основа. 2007. 192 с.

294. Андре́юк К. І., Іути́нська Г. О., Анти́пчук А. Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Вид-во «Обереги». 2001. 240 с.

295. Давы́дова О. Е., Дульне́в П. Г., Акси́ленко М. Д. Механизмы влияния новых синтетических регуляторов роста растений на азотнофосфорное питание

и продуктивность сельскохозяйственных культур. Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2003. С. 58–60.

296. Патыка В. Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія біологія. 2014. № 3 (60). С. 10–15.

297. К. Б. Новосад, Д. В. Гавва, А. В. Ревтьє [та ін.]. Біогенність чорноземів типових Українського степового природного заповідника (Відділення «Михайлівська цілина») Вісн. ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. 2010. № 5. С. 67–75.

298. Ковтун К. П. Вплив препаратів азотфіксуючих мікроорганізмів на активність азотфіксації в ґрунті під бобово-злаковими травосумішками. Корми і кормовиробництво. 2002. Вип. 48. С. 72–74.

299. Karpenko V. P., Prytuliak R. M., Liubych V. V. [et al.]. Microbiota in the rhizosphere of cereal crops. Мікробіол. журн. 2021. Т. 83. № 1. С. 21–31.

300. Волкогон В. В., Гусєв О. В., Давидова О. Є. Вивчення особливостей азотного живлення ячменю методом ізотопного розбавлення при застосуванні Триману І, мінеральних добрив та інокуляції. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т. 36. № 5. С. 444–451.

301. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери тритикале озимого за дії гербіцидів і регулятора росту рослин. Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства. Умань. 2010. С. 15–17.

302. Мукоїд Р. М. Удосконалення технології вівсяного солоду : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.05. Київ. 2012. 20 с.

303. Мушик Б. В. Особливості формування продуктивності вівса голозерного і плівчастого в північній частині Правобережного лісостепу: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Чабани. 2017. 20 с.

304. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистем. К.: Наукова думка. 2010. 255 с.
305. Аниканова З., Бакеев В. Голозерный овес – ценное сырье для выработки крупы. Хлебопродукты. 2001. № 2. С. 31–33.
306. Clay S. A., Thill D. C., Cochran V. L. Response of spring barley (*Hordeum vulgare*) to herbicides. Weed Tecgnol. 1988. V. 2. № 1. P. 68–71.
307. Говряков А. С. Влияние азотных удобрений, регуляторов роста растений и гербицидов на урожайность овса в Саратовском Правобережье :автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. наук : 06.01.04. Саратов. 2012. С. 2–11.
308. Мазурак І. В. Вплив засобів захисту рослин на продуктивність вівса голозерного в умовах Західного Лісостепу України. Подільський вісник. Вип. 29. Кам'янець-Подільський. 2018. С. 40–46.
309. Материнський П., Чоловський С. Регулятори росту з ретардантною дією – невід'ємний елемент інтенсивної технології вирощування зернових культур. Зерно. 2016. № 2. С. 50–55.
310. Матрос О. П., Малиновський А. С. Овес : монографія. Житомир ДАУ. 2005. 221 с.
311. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного за дії мікробного препарату і регулятора росту рослин. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2020. Випуск 96. Ч. 1. С. 9–23.
312. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.
313. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. Таврійський науковий

вісник. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2021. Вип. 118. С. 105–113.

314. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. 2021. № 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.

315. Марченко К. Ю. Активність каталази, поліфенолоксидази і пероксидази у листках вівса голозерного за використання мікробного препарату і регулятора росту рослин. The 8th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research” (March 14–16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P. 27–31.

316. Марченко К. Ю. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах вівса голозерного за використання біологічних препаратів. The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (March 28–30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome. Italy. 2021. P. 45–48.

317. Марченко К. Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне. Україна. 2021. С. 72–73. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>.

318. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування біомаси вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату» (м. Умань, 25 червня 2021 р.). Умань. 2021. С 16.

319. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу в листках вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку. матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. Херсон. С. 80–84.

320. Марченко К. Ю. Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса голозерного за використання біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. Умань. 2021. Випуск 2. С. 37–41.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А. 1

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, 2019 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	17,9	65,9	22,4
Меланоріз 1,0 л/т	18,8	67,8	23,5
Меланоріз 1,25 л/т	19,7	69,3	24,0
Меланоріз 1,5 л/т	20,9	70,7	25,2
Агролайт 0,26 л/т	19,3	68,5	23,7
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	22,1	71,8	26,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	22,7	72,6	27,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	24,4	75,3	28,9
Агролайт 1,0 л/га	18,7	67,2	23,1
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20,6	70,4	25,1
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	21,2	70,8	25,8
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	23,3	73,8	27,8
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	20,0	69,5	24,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	25,1	76,4	30,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,0	77,1	31,6
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	29,1	83,4	34,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>4,9</i>	<i>2,0</i>

Таблиця А. 2

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, 2020 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	27,3	76,4	28,9
Меланоріз 1,0 л/т	29,6	79,7	30,3
Меланоріз 1,25 л/т	30,8	81,7	31,2
Меланоріз 1,5 л/т	32,4	84,6	33,1
Агролайт 0,26 л/т	29,8	80,3	30,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	34,1	87,8	34,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	35,6	89,4	36,4
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	38,7	91,8	40,1
Агролайт 1,0 л/га	28,9	79,2	29,9
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	31,7	83,6	32,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	33,2	85,8	33,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	35,9	90,9	37,9
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	31,4	83,0	31,9
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	41,4	92,7	41,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	42,6	94,0	43,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	46,9	98,2	46,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>4,0</i>	<i>2,1</i>

Таблиця А. 3

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку, 2021 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	22,0	70,1	25,0
Меланоріз 1,0 л/т	23,4	73,7	26,8
Меланоріз 1,25 л/т	23,9	75,6	27,7
Меланоріз 1,5 л/т	25,3	78,0	29,3
Агролайт 0,26 л/т	23,5	74,1	27,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	26,2	80,6	30,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	27,2	82,2	31,6
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	28,5	82,7	33,5
Агролайт 1,0 л/га	23,1	72,5	26,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	24,7	77,8	28,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	25,6	79,7	29,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,1	82,6	32,4
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	24,0	76,6	28,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	29,4	84,4	35,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	30,5	86,1	37,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	34,1	91,2	41,4
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,3</i>	<i>3,1</i>	<i>1,7</i>

Таблиця А. 4

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2019 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	24,9	71,1	30,6
Меланоріз 1,0 л/т	25,8	75,7	32,6
Меланоріз 1,25 л/т	26,6	77,6	33,4
Меланоріз 1,5 л/т	27,9	80,3	34,8
Агролайт 0,26 л/т	26,0	76,1	32,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	29,1	83,7	35,5
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	29,8	85,2	36,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	32,1	87,8	37,5
Агролайт 1,0 л/га	25,6	74,1	32,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,3	79,6	34,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,3	82,0	35,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	30,6	86,4	37,2
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	26,6	78,1	33,9
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	32,6	88,9	38,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	33,6	90,7	39,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	36,8	92,5	42,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,3</i>	<i>3,4</i>	<i>1,9</i>

Таблиця А. 5

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2020 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	36,7	83,2	41,1
Меланоріз 1,0 л/т	38,9	89,7	44,1
Меланоріз 1,25 л/т	39,5	89,9	46,0
Меланоріз 1,5 л/т	41,0	94,8	48,2
Агролайт 0,26 л/т	39,3	88,7	44,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	43,0	98,3	49,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	43,9	101,5	51,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	47,9	103,9	52,9
Агролайт 1,0 л/га	38,6	85,7	43,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	40,4	94,2	47,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	42,0	96,5	48,9
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	45,5	103,1	51,4
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	39,6	91,0	46,9
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	49,6	106,3	53,6
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	50,6	108,6	55,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	52,4	117,3	58,4
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,5</i>	<i>3,1</i>	<i>1,3</i>

Таблиця А. 6

Активність антиоксидантних ферментів у листках вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння, 2021 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенол-оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль)	31,0	79,5	37,2
Меланоріз 1,0 л/т	32,3	81,8	39,1
Меланоріз 1,25 л/т	33,7	84,0	40,4
Меланоріз 1,5 л/т	35,0	86,7	42,8
Агролайт 0,26 л/т	32,8	82,4	39,8
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	36,1	89,4	43,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	37,5	91,4	44,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	39,0	93,1	45,3
Агролайт 1,0 л/га	32,2	80,9	38,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	34,9	85,3	42,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	35,6	88,2	43,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	38,5	92,1	44,8
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	34,1	84,3	41,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	39,3	94,9	45,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	40,3	97,0	46,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	42,5	100,9	47,8
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>2,4</i>	<i>1,1</i>

Додаток Б

Таблиця Б. 1

**Інтенсивність дихання рослин вівса голозерного за
використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт,
(мг СО₂/г сирої речовини за 1 годину, фаза виходу в трубку)**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	0,64	0,79	0,73	0,72	100
Меланоріз 1,0 л/т	0,66	0,84	0,74	0,75	104,2
Меланоріз 1,25 л/т	0,66	0,85	0,76	0,76	105,6
Меланоріз 1,5 л/т	0,67	0,87	0,77	0,77	106,9
Агролайт 0,26 л/т	0,66	0,84	0,75	0,75	104,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,68	0,91	0,79	0,79	109,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,69	0,94	0,80	0,81	112,5
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	0,72	0,96	0,83	0,84	116,7
Агролайт 1,0 л/га	0,65	0,80	0,74	0,73	101,4
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,67	0,87	0,76	0,77	106,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,68	0,89	0,78	0,78	108,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,70	0,94	0,81	0,82	113,9
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,66	0,86	0,76	0,76	105,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,73	0,98	0,84	0,85	118,1
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,76	1,00	0,87	0,88	122,2
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	0,82	1,07	0,91	0,93	129,2
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>		

Таблиця Б. 2

**Інтенсивність дихання рослин вівса голозерного за
використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт
(мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину, фаза цвітіння)**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	1,06	1,20	1,14	1,13	100
Меланоріз 1,0 л/т	1,08	1,24	1,17	1,16	102,7
Меланоріз 1,25 л/т	1,09	1,26	1,18	1,18	104,4
Меланоріз 1,5 л/т	1,12	1,29	1,21	1,21	107,1
Агролайт 0,26 л/т	1,08	1,26	1,17	1,17	103,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,13	1,31	1,23	1,22	108,0
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,15	1,33	1,25	1,24	109,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,21	1,40	1,31	1,31	115,9
Агролайт 1,0 л/га	1,07	1,24	1,16	1,16	102,7
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,11	1,28	1,20	1,20	106,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,13	1,30	1,22	1,22	108,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,19	1,37	1,28	1,28	113,3
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,10	1,27	1,19	1,19	105,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,23	1,42	1,32	1,32	116,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,25	1,45	1,34	1,35	119,5
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,30	1,56	1,41	1,42	125,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>		

Додаток В

Таблиця В. 1

**Загальна чисельність бактерій ризосфери вівса голозерного за дії МБП
Меланоріз і РРР Агролайт (фаза фаза виходу в трубку)**

Варіант дослідів	Тис. КУО в 1 г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	791	908	860
Меланоріз 1,0 л/т	912	1013	946
Меланоріз 1,25 л/т	922	1024	960
Меланоріз 1,5 л/т	935	1050	980
Агролайт 0,26 л/т	915	1019	949
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	948	1070	992
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	967	1094	1013
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	993	1115	1040
Агролайт 1,0 л/га	902	1001	937
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	930	1039	972
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	938	1052	985
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	973	1105	1024
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	924	1036	963
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	999	1123	1052
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1022	1140	1076
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1063	1249	1126
<i>HIP₀₅</i>	<i>48</i>	<i>51</i>	<i>40</i>

Таблиця В. 2

**Загальна чисельність мікроміцетів ризосфери вівса голозерного за дії
МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку)**

Варіант дослідів	Тис. КУО в 1 г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	191	254	237
Меланоріз 1,0 л/т	196	260	244
Меланоріз 1,25 л/т	204	265	251
Меланоріз 1,5 л/т	211	273	262
Агролайт 0,26 л/т	199	263	249
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	217	280	270
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	223	285	273
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	230	298	282
Агролайт 1,0 л/га	194	258	240
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	209	271	260
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	213	276	264
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	227	289	279
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	205	267	254
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	237	314	298
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	249	336	316
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	262	369	334
<i>HIP₀₅</i>	<i>12</i>	<i>17</i>	<i>10</i>

Таблиця В. 3

**Загальна чисельність бактерій ризосфери вівса голозерного за дії МБП
Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)**

Варіант досліджу	Тис. КУО в 1 г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	841	987	903
Меланоріз 1,0 л/т	970	1133	957
Меланоріз 1,25 л/т	981	1151	987
Меланоріз 1,5 л/т	1008	1175	1026
Агролайт 0,26 л/т	974	1137	965
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1039	1205	1056
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1075	1238	1071
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1115	1284	1109
Агролайт 1,0 л/га	961	1124	950
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	998	1147	1010
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1021	1185	1041
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1085	1263	1084
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	986	1145	999
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1132	1294	1122
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1150	1310	1173
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1177	1342	1248
<i>НІР₀₅</i>	33	29	31

Таблиця В. 4

**Загальна чисельність мікроміцетів ризосфери вівса голозерного за дії
МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)**

Варіант досліджу	Тис. КУО в 1 г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	209	271	265
Меланоріз 1,0 л/т	212	276	271
Меланоріз 1,25 л/т	219	282	277
Меланоріз 1,5 л/т	225	289	285
Агролайт 0,26 л/т	216	280	274
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	231	294	290
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	234	297	292
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	240	309	301
Агролайт 1,0 л/га	210	274	270
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	223	286	283
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	229	291	287
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	237	301	296
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	221	283	280
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	249	316	310
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	260	328	319
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	274	346	329
<i>HIP₀₅</i>	<i>10</i>	<i>14</i>	<i>12</i>

Додаток Д

Таблиця Д. 1

Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку)

Варіант досліджу	Тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	137	161	150
Меланоріз 1,0 л/т	143	166	157
Меланоріз 1,25 л/т	147	169	161
Меланоріз 1,5 л/т	151	173	167
Агролайт 0,26 л/т	144	167	159
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	155	175	171
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	158	182	176
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	167	191	184
Агролайт 1,0 л/га	142	165	156
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	148	172	163
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	151	174	168
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	161	183	179
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	148	170	162
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	170	195	187
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	172	200	189
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	180	212	202
<i>НІР₀₅</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>16</i>

Таблиця Д. 2

**Чисельність нитрифікувальних мікроорганізмів ризосфери вівса
голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)**

Варіант досліджу	Тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	174	209	197
Меланоріз 1,0 л/т	185	216	204
Меланоріз 1,25 л/т	187	218	208
Меланоріз 1,5 л/т	192	224	213
Агролайт 0,26 л/т	185	216	205
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	200	226	219
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	206	234	230
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	216	244	237
Агролайт 1,0 л/га	183	214	203
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	191	221	212
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	193	225	215
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	207	239	231
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	190	220	210
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	221	249	240
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	227	256	249
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	245	267	265
<i>HIP₀₅</i>	<i>16</i>	<i>20</i>	<i>22</i>

Таблиця Д. 3

Чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку)

Варіант досліджу	Тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	200	291	230
Меланоріз 1,0 л/т	205	304	234
Меланоріз 1,25 л/т	210	312	241
Меланоріз 1,5 л/т	216	321	245
Агролайт 0,26 л/т	207	307	235
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	224	331	251
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	229	338	258
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	235	351	265
Агролайт 1,0 л/га	203	300	231
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	213	318	242
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	216	325	246
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	230	344	261
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	212	315	241
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	236	353	269
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	240	358	273
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	249	376	281
<i>HIP₀₅</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>11</i>

Таблиця Д. 4

**Чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів ризосфери вівса
голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)**

Варіант досліджу	Тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	310	394	342
Меланоріз 1,0 л/т	319	404	356
Меланоріз 1,25 л/т	324	409	363
Меланоріз 1,5 л/т	332	416	369
Агролайт 0,26 л/т	321	406	357
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	338	425	378
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	349	432	382
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	356	449	397
Агролайт 1,0 л/га	315	403	352
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	328	412	367
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	333	418	373
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	351	441	393
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	326	411	365
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	360	453	401
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	366	463	408
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	373	481	428
<i>HIP₀₅</i>	<i>11</i>	<i>15</i>	<i>13</i>

Таблиця Д. 5

Чисельність бактерій роду *Azotobacter* ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку)

Варіант досліджу	% оброслих колоніями грудочок ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	67	71	70
Меланоріз 1,0 л/т	70	73	73
Меланоріз 1,25 л/т	72	78	76
Меланоріз 1,5 л/т	74	81	79
Агролайт 0,26 л/т	70	75	74
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	76	84	81
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	78	86	84
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	82	90	87
Агролайт 1,0 л/га	68	71	72
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	73	80	78
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	75	83	80
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	80	88	85
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	72	79	77
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	85	91	91
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	88	94	95
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	94	99	97
<i>HIP₀₅</i>	3	4	2

Таблиця Д. 6

Чисельність бактерій роду *Azotobacter* ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)

Варіант дослідів	% оброслих колоніями грудочок ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	74	75	75
Меланоріз 1,0 л/т	77	78	76
Меланоріз 1,25 л/т	80	80	77
Меланоріз 1,5 л/т	83	83	80
Агролайт 0,26 л/т	78	79	76
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	85	84	82
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	85	86	84
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	87	91	89
Агролайт 1,0 л/га	76	77	75
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	82	81	79
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	84	83	81
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	86	88	87
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	81	80	78
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	90	94	92
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	94	97	95
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	99	99	98
<i>HIP₀₅</i>	4	2	5

Таблиця Д. 7

Чисельність бактерій роду *Clostridium pasteurianum* ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза виходу в трубку)

Варіант досліджу	тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	4,31	6,10	5,02
Меланоріз 1,0 л/т	4,52	6,28	5,19
Меланоріз 1,25 л/т	4,69	6,40	5,29
Меланоріз 1,5 л/т	4,75	6,55	5,48
Агролайт 0,26 л/т	4,57	6,35	5,22
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,86	6,76	5,69
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,96	6,92	5,92
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	5,12	7,15	6,14
Агролайт 1,0 л/га	4,50	6,25	5,17
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,73	6,48	5,43
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,78	6,59	5,54
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,99	6,97	5,92
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,70	6,41	5,65
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	5,28	7,36	6,40
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	5,50	7,45	6,62
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	6,03	7,87	6,94
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,94</i>	<i>1,31</i>	<i>1,60</i>

Таблиця Д. 8

Чисельність бактерій роду *Clostridium pasteurianum* ризосфери вівса голозерного за дії МБП Меланоріз і РРР Агролайт (фаза цвітіння)

Варіант досліджу	тис. клітин/г ґрунту		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	10,12	12,27	11,74
Меланоріз 1,0 л/т	10,44	12,93	12,29
Меланоріз 1,25 л/т	10,60	13,10	12,44
Меланоріз 1,5 л/т	10,82	13,41	12,96
Агролайт 0,26 л/т	10,47	13,01	12,34
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	11,02	14,05	13,27
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	11,26	14,37	13,58
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	12,03	14,88	14,03
Агролайт 1,0 л/га	10,32	12,77	12,14
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,73	13,34	12,69
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,86	13,61	13,09
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	11,61	14,63	13,73
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	10,64	13,19	12,59
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,14	15,19	14,37
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,53	15,74	14,68
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,30	16,45	15,07
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,61</i>	<i>1,43</i>	<i>1,93</i>

Додаток Е

Таблиця Е. 1

**Маса 1000 зерен вівса голозерного сорту Мирсем за використання МБП
Меланоріз та РРР Агролайт, г**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	25,7	26,9	26,3
Меланоріз 1,0 л/т	26,0	27,4	26,9
Меланоріз 1,25 л/т	26,2	27,5	27,1
Меланоріз 1,5 л/т	26,5	28,0	27,6
Агролайт 0,26 л/т	26,0	27,4	27,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	26,7	28,4	27,9
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	26,9	28,8	28,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	27,1	29,2	28,3
Агролайт 1,0 л/га	25,8	27,2	26,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	26,4	27,8	27,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	26,6	28,2	27,7
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,0	29,1	28,1
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	26,2	27,7	27,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	27,5	29,3	28,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,0	29,6	28,8
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	28,4	30,8	29,5
<i>НІР₀₅</i>	0,5	0,7	0,9

Таблиця Е. 2

**Натура зерна вівса голозерного сорту Мирсем за використання МБП
Меланоріз та РРР Агролайт, г/л**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	607,2	620,4	615,8
Меланоріз 1,0 л/т	612,0	623,5	622,3
Меланоріз 1,25 л/т	616,4	626,0	623,9
Меланоріз 1,5 л/т	619,7	630,1	627,0
Агролайт 0,26 л/т	614,2	624,3	623,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	621,8	634,0	631,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	623,5	637,2	636,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	627,9	644,0	642,9
Агролайт 1,0 л/га	610,3	622,7	620,5
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	618,0	628,4	625,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	620,1	632,3	629,1
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	625,0	640,5	638,4
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	617,5	627,1	624,7
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	630,0	652,4	651,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	636,1	660,3	654,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	642,4	669,4	665,7
<i>HIP₀₅</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>5</i>

Таблиця Е. 3

**Вміст білка в зерні вівса голозерного сорту Мирсем за використання
МБП Меланоріз та РРР Агролайт, %**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	12,1	12,7	12,7
Меланоріз 1,0 л/т	12,2	12,9	13,0
Меланоріз 1,25 л/т	12,4	13,1	13,2
Меланоріз 1,5 л/т	12,7	13,5	12,8
Агролайт 0,26 л/т	12,2	13,0	13,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	12,8	13,7	13,3
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	13,0	13,9	13,5
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	13,3	14,1	12,6
Агролайт 1,0 л/га	12,1	12,8	13,2
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,5	13,4	13,2
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,7	13,6	13,4
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,0	14,0	13,1
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	12,4	13,3	13,6
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,3	14,1	13,7
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,6	14,3	14,0
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	13,7	14,4	12,7
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>

Таблиця Е. 4

**Вміст крохмалю в зерні вівса голозерного сорту Мирсем за
використання МБП Меланоріз та РРР Агролайт, %**

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Без застосування препаратів (контроль)	57,1	62,0	60,8
Меланоріз 1,0 л/т	57,9	63,2	61,3
Меланоріз 1,25 л/т	58,8	64,2	62,0
Меланоріз 1,5 л/т	59,5	65,1	63,0
Агролайт 0,26 л/т	58,2	63,7	61,7
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	60,2	65,7	63,8
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	60,5	66,3	64,5
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	61,1	66,7	64,9
Агролайт 1,0 л/га	57,7	62,6	61,0
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	59,4	64,7	62,4
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	59,8	65,5	63,3
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	60,6	66,4	64,8
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	58,9	64,5	62,3
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	61,4	67,1	65,1
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	62,3	68,2	65,4
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	63,5	69,9	67,1
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,3</i>

Додаток Ж

«Затверджую»
ФГ «Шутко»

 С. Ф. Шутко
«10» 01 2022р.



«Затверджую»
Т.в.о. ректора Уманського НУС
Д. І. Мостовий

 «12» 01 2022р.



Акт

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

«10» 01 2022р.

Аспірантка кафедри біології Уманського НУС Марченко К. Ю. і голова ФГ «Шутко» Шутко С. Ф. (с. Йосипівка, Благовіщенського району Кіровоградської області) склали даний акт про те, що в ФГ «Шутко» виконувалось впровадження результатів науково-дослідної роботи з вивчення біологічних препаратів у технології вирощування вівса голозерного.

Вид впровадження – площа вівса голозерного 31 га, обробка насіння перед сівбою мікробним препаратом Меланоріз у нормі 1,5 л/т сумісно з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т та обприскування рослин регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га.

Економічний ефект – прибавка врожаю вівса голозерного 4,6 ц/га та одержання додаткового прибутку на рівні 2683 грн./га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності посівів вівса голозерного та економічних показників.

Аспірантка кафедри біології



К. Ю. Марченко

Додаток К

«Затверджую»
 ФГ «Кримяне»
 І. І. Любченко
 « 05 » 01 2022р.
 Код 32726001

«Затверджую»
 Т.в.о. ректора Уманського НУС
 І. Мостов'як
 « 11 » 2022р.

Акт

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

« 05 » 01 2022р.

Аспірантка кафедри біології Уманського НУС Марченко К. Ю. і голова ФГ «Кримяне» Любченко І. І. (с. Доброводи, Уманського району Черкаської області) склали даний акт про те, що в ФГ «Кримяне» виконувалось впровадження результатів науково-дослідної роботи з вивчення біологічних препаратів у технології вирощування вівса голозерного.

Вид впровадження – площа вівса голозерного 23 га, обробка насіння перед сівбою мікробним препаратом Меланоріз у нормі 1,5 л/т сумісно з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т (ФОН). По даному фоні посіви у фазі кущіння обприскували регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га.

Економічний ефект – за використання даної композиції біопрепаратів прибавка врожаю вівса голозерного склала 5,3 ц/га, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 3011 грн./га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності посівів вівса голозерного, покращення якості зерна за рахунок комплексного використання у технології вирощування культури біологічних препаратів.

Аспірантка кафедри біології



К. Ю. Марченко

Додаток Л**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах вівса голозерного за дії мікробного препарату і регулятора росту рослин. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2020. Випуск 96. Ч. 1. С. 9–23.
2. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. Таврійський науковий вісник. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2021. Вип. 118. С. 105–113.
3. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. 2021. № 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.
4. Марченко К. Ю. Чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери вівса голозерного за використання біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. Умань. 2021. Випуск 2. С. 37–41.
5. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Марченко К. Ю. Активність каталази, поліфенолоксидази і пероксидази у листках вівса голозерного за використання мікробного препарату і регулятора росту рослин. The 8th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research” (March 14–16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P. 27–31.

7. Марченко К. Ю. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах вівса голозерного за використання біологічних препаратів. The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (March 28–30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome. Italy. 2021. P. 45–48.

8. Марченко К. Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне. Україна. 2021. С. 72–73. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>.

9. Карпенко В. П., Марченко К. Ю. Формування біомаси вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату» (м. Умань, 25 червня 2021 р.). Умань. 2021. С 16.

10. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу в листках вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку. матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства, 17 листопада 2021 р. Херсон. С. 80–84.