

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський національний університет садівництва

БІОЛОГІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

За редакцією доктора с.-г. наук Карпенка В. П.

Схвалено до друку
Вченою радою
Уманського національного університету садівництва
як наукове та навчально-методичне видання

Умань
Видавець «Сочінський М. М.»
2020

Автори:

Карпенко В. П., Даценко А. А., Притуляк Р. М., Леонтюк І. Б., Шутко С. С.

Рецензенти:

С. В. Пίδα – доктор с.-г. наук, професор кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка;

Т. В. Герасько – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри хімії і біотехнологій Таврійського державного агротехнологічного університету

*Друкується за ухвалою вченої ради Уманського НУС
(протокол № 7 від 9 липня 2020 р.)*

Біологізована технологія вирощування гречки: монографія / Карпенко В. П., Даценко А. А., Притуляк Р. М., Леонтюк І. Б., Шутко С. С.; за ред. В. П. Карпенка. – Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2020. – 132 с.

У виданні узагальнено результати експериментальних і теоретичних досліджень з біологізації технології вирощування гречки, що передбачає комплексне застосування бактеріального препарату і регулятора росту рослин з метою активізації проходження в рослинах біологічних та продукційних процесів.

Для наукових працівників, викладачів, студентів, фахівців у галузі сільського господарства.

УДК 57:[631.5:633:12

Карпенко В. П., Даценко А. А.,
Притуляк Р. М. та ін., 2020
Уманський національний
Університет садівництва, 2020

**ПЕРЕЛІК
УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ**

АФК – активні форми кисню
ГТК – гідротермічний коефіцієнт
Км – коефіцієнт морфоструктури
КУО – колонієутворюючі одиниці
МБП – мікробний препарат
МПА – м'ясопептонний агар
МПБ – м'ясопептонний бульйон
ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів
РРР – регулятор росту рослин
СМС – синтетичне малатне середовище
ФАР – фотосинтетична активна радіація
Хл – хлорофіл
Хл *a* – хлорофіл *a*
Хл *b* – хлорофіл *b*
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
ВСТУП.....	8
1. ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ І МІКРОБНІ – В ҐРУНТІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ, ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ	10
2. ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ГРЕЧКИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ.....	24
2.1. Активність основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз.....	24
2.2. Формування пігментного комплексу листкового апарату	36
2.3. Інтенсивність дихання.....	42
2.4. Анатомо-морфологічні зміни в листковому апараті.....	47
2.5. Формування площі листкового апарату.....	54
2.6. Динаміка ростових процесів гречки.....	61
2.7. Чиста продуктивність фотосинтезу.....	66
3. АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРНОЇ МІКРОБІОТИ ПОСІВІВ ГРЕЧКИ ЗА ДІЇ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ.....	72
3.1. Загальна чисельність мікроорганізмів.....	72
3.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп.....	78
4. ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ У ПОСІВАХ ГРЕЧКИ.....	85

4.1. Урожайність і якість зерна.....	85
4.2. Економічна та біоенергетична ефективність застосування біологічних препаратів.....	92
УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	98
ЛІТЕРАТУРА.....	101

ПЕРЕДМОВА

Збільшення обсягів виробництва зерна та покращення його якісних показників залишається важливим завданням сьогодення, у вирішенні якого важливе значення відіграє необхідність біологізації сільськогосподарської галузі.

Максимальне впровадження елементів біологічного землеробства є економічно та екологічно вигідним, оскільки за рахунок використання природних компонентів агроecosистем (мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності) вдається значно підвищити продуктивність сільськогосподарських культур та одержати продукцію безпечну до споживання. Разом з тим багато питань стосовно комплексної дії біологічних препаратів на рослини, проходження в них фізіологічних процесів та мікробних у ґрунті, нині є з'ясованими не достатньо. Зокрема не вивченими залишаються питання спрямованості дії сумішей мікробних препаратів і регуляторів росту рослин за комплексного їх використання у напрямку формування високої продуктивності посівів. Саме тому розробка окремих елементів комплексного використання біологічних препаратів у технологіях вирощування гречки, що базується на всебічному вивченні змін біологічних процесів у рослинах та ґрунті, є актуальною та необхідною для формування екологічно чистих та стабільних врожаїв даної культури.

У даному виданні авторами акцентовано увагу на комплексному підході до впровадження екологічних аспектів формування природно-економічної рівноваги в агроценозах. Всебічно систематизовано, узагальнено та доповнено власними дослідженнями можливість введення у технологію вирощування гречки елементів біологізації, зокрема – застосування мікробних препаратів та регуляторів росту рослин.

Особливе місце, у виданні виокремлено для експериментальних матеріалів, що згруповані за принципом особливостей проходження біологічних процесів у рослині і ґрунті (фізіологічних, біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробних й ін.). Метою даного видання є ознайомлення

науковців, сільськогосподарських фахівців та читачів із систематизованими сучасними науковими даними та результатами авторських досліджень з питань біологізації технології вирощування гречки, що може становити підґрунтя для розроблення енергоощадних, екологічно безпечних агротехнологій на інших сільськогосподарських культурах.

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва особливо актуальним є пошук шляхів зменшення пестицидного навантаження на біоценози та підвищення екологічної безпеки навколишнього природного середовища. Одним із таких шляхів може бути біологізація землеробства, що базується на принципах стійкого розвитку екосистем.

Перехід країни на біологічні основи ведення сільського господарства, створення та розширення безпечних агроекосистем за використання відповідних альтернативних технологій збільшує можливості виробництва екологічно чистої, конкурентоспроможної продукції. Разом з тим відповідність міжнародним стандартам якості можлива за технологічного вирощування сільськогосподарських культур на органічній основі – без застосування синтетичних добрив, хімічних препаратів тощо [1–3].

Беззаперечною перевагою України на світовому ринку є забезпеченість родючими чорноземними ґрунтами, які складають близько 30% світового запасу. Вітчизняний аграрний сектор має потужний потенціал, який за відповідних умов спроможний забезпечити виробництво до 80 млн. т зерна, понад 15 млн. т олійних культур, 4 млн. т м'яса та ін. [4].

Серед зернових культур важливе місце як у світі, так і в Україні, займає вирощування гречки. Цінність даної круп'яної культури у високих споживчих, смакових та дієтичних якостях. Адже за амінокислотним складом білків, зокрема за вмістом дефіцитного аргініну і лізину, гречка краще збалансована, ніж інші зернові культури [5, 6]. Крім того, гречана крупа містить такі цінні вітаміни як В₁, В₂, В₆, Р (рутин) та В₉ (фолієва кислота), що стимулюють і регламентують процеси кровотворення і є протианемічними. Лецитин гречки сприяє утриманню холестерину в розчиненому стані і виведенню його з організму. Жири – відзначаються високою стійкістю проти окиснення, завдяки чому крупа може зберігатися тривалий час, не втрачаючи якості [7, 8].

Перспективним напрямком підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі й гречки, в умовах впровадження

системи біологічного землеробства, є застосування біопрепаратів, створених на основі ґрунтових мікроорганізмів [9, 10]. Їх застосування позитивно відображається на родючості ґрунтів, а створення симбіотичних зв'язків з культурною рослиною – впливає на продуктивність посівів. Поряд з цим літературні дані засвідчують й позитивну перспективу застосування в посівах сільськогосподарських культур регуляторів росту рослин. Зазначені сполуки здатні активізувати проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, проявляючи антистресові та імуностимулювальні властивості [11]. Разом з тим питання застосування рістрегуляторів та мікробних препаратів у посівах гречки, особливо за різних способів їх поєднання, залишається в науковій літературі не розкритим.

Обґрунтування актуальності проблеми інтегрованої дії біологічних препаратів. Збільшення обсягів виробництва зерна та покращення його якісних показників залишається важливим завданням сьогодення, у вирішенні якого важливу роль відіграє необхідність біологізації сільськогосподарської галузі.

Максимальне впровадження елементів біологічного землеробства є екологічно та економічно вигідним, оскільки за рахунок використання природних компонентів агроєкосистем (зокрема мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності) вдається підвищити урожайність сільськогосподарських культур та одержати продукцію безпечну до споживання [12–14]. Проте низка питань стосовно комплексної дії біологічних препаратів на рослини, проходження в них фізіологічних процесів та мікробних у ґрунті, нині є з'ясованою недостатньо. Зокрема не вивченими залишаються й питання спрямованості дії сумішей мікробних препаратів і регуляторів росту рослин за поєднаного їх використання на формування високої продуктивності посівів. Саме тому розробка окремих елементів комплексного використання біологічних препаратів у технології вирощування гречки, що базується на всебічному вивченні змін біологічних процесів у рослинах та ґрунті, є актуальною і необхідною для формування екологічно чистих та стабільних урожаїв даної культури.

1. ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ І МІКРОБІОЛОГІЧНІ – В ҐРУНТІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ, ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ

На сьогоднішній день у світі все більшого поширення набувають альтернативні системи землеробства, які передбачають раціональне використання природних ресурсів, їх поновлення і охорону, в тому числі біологізацію рослинництва. Біологізація передбачає обмеження, а в перспективі – відмову від застосування хімічних засобів захисту рослин, особливо за несприятливих умов довкілля. Саме такими біологічними засобами є регулятори росту рослин (РРР) – сполуки, яким властива висока фізіологічна активність і здатність в малих кількостях впливати на метаболізм рослин. За своєю природою ці препарати можуть бути аналогами фітогормонів або речовинами здатними змінювати гормональний статус рослин, впливаючи на біосинтез, транспірацію тощо. Значна увага приділяється екологічно безпечним новим препаратам широкого спектру дії [15, 16].

Регулятори росту рослин – один із важливих засобів підвищення урожаю, поліпшення його якісних показників. Вони скорочують строки визрівання врожаю, підвищують стійкість рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища та сприяють зменшенню обсягів використання пестицидів [15].

Сучасні РРР природного походження включають комплекс фізіологічно активних сполук, діючими складовими яких є фітогормони, вітаміни, амінокислоти, гумінові кислоти та інші речовини [17, 18]. Вони посилюють обмінні процеси в рослинних організмах, підвищують їхню стійкість до несприятливих умов, тобто проявляють антистресову дію, сприяють додатковому використанню закладеного в рослинах потенціалу продуктивності та поліпшують якість вирощеної продукції [19, 20]. Тому цілком доцільним є поєднання їх в одному технологічному процесі з засобами захисту рослин [21, 22]. Так, у досліджах В. П. Карпенка [23] за внесення в посівах ячменю ярого гербіциду Калібр 75 у нормах 40 та 50 г/га у сумішах із біопрепаратами Агат-25

та Агростимулін відмічено найоптимальніший за анатомічною структурою листовий апарат, при цьому формувалась найбільша площа листків (150,3 та 148,4 см²) і найвища фотосинтетична продуктивність посівів – 5,8 і 5,7 г/м² за добу при 4,3 г/м² за добу в контролі.

Загальновідомо, що створення високопродуктивних посівів залежить від формування добре розвиненого фотосинтетичного апарату, оптимального за об'ємом, динамікою та інтенсивністю функціонування [24]. Так, дослідженнями В. Н. Еськіна та ін. [25] встановлено, що використання гумату натрію для обробки насіння тритикале і внесення його по вегетуючих рослинах забезпечує збільшення площі листків проти контролю на 13%, при цьому чиста продуктивність фотосинтезу складала 3,86 г/м² за добу. За дії біопрепарату Аквамікс площа листків перевищувала контроль на 23–29%, а за комплексного застосування згаданих біопрепаратів для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у фазу кушіння фотосинтетична продуктивність складала – 3,86 і 4,01 г/м² за добу.

Використання РРР і мікробних препаратів (МБП) забезпечує активізацію проходження метаболічних процесів у рослинному організмі. Особливо ефективним є використання біопрепаратів для передпосівної обробки насіння, оскільки саме в момент проростання насіння високопластичне та швидко реагує на поліфункціональність біологічно активних речовин. Г. А. Карпова [26] повідомляє, що обробка насіння РРР Мелафен забезпечує підвищення енергії проростання насіння пшениці на 11%, схожості – на 14%, сила росту рослин при цьому перевищувала контроль на 31%. При комплексному використанні біопрепаратів Мелафен + Ризоаргін та Мелафен + Флавобактерин розвиток кореневої системи перевищував контроль на 52–76% і 47–65% відповідно. Екзогенний обробіток РРР та інокуляція бактеріальними препаратами сприяла активізації формування площі листового апарату на 45–79% проти контролю.

За дії РРР у посівах сільськогосподарських культур спостерігається посилення інтенсивності ростових процесів. Так, за використання Агростимуліну простежувалось збільшення висоти рослин соняшнику гібриду Запорізький 28 на 11–14%, гібриду Запорізький 14 – на 8–13%. При цьому

зростала біомаса рослин, яка складала у гібриду Запорізький 28 – 53,1 г/рослину проти контролю 41,7 г/рослину, а в гібриду Запорізький 14 – 55,7 г/рослину проти контролю 42,6 г/рослину [27].

Позитивний вплив використання біопрепаратів Байкал ЕМ-1 та Екозорф було відмічено в посівах гречки. Зокрема зростання площі листкової 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% [28].

Численними науковими дослідженнями доведено, що фотосинтетичний потенціал, листковий індекс, стан пігментного комплексу листкового апарату рослин знаходяться в тісній кореляційній залежності з біологічною продуктивністю посівів та господарською цінністю врожаю [29–37]. Тому спостереження за фітометричними параметрами посівів сільськогосподарських культур є досить важливим елементом діагностики стану посівів та програмування врожаю. Як свідчать узагальнені дослідження [38], вміст пігментів у фотосинтезуючих органах рослин відображає їх фотосинтетичну активність. Однак у більшості випадків РРР стимулюють нагромадження рослинами хлорофілу та підвищують фотосинтетичну активність хлоропластів [39]. Це доведено з використанням Агростимуліну на пшениці озимій [40], Емістиму на сої [41], Зеастимуліну на кукурудзі [42] та інших біологічно активних речовин [43, 44].

У низці досліджень [45, 46] доведена позитивна дія сумісного застосування РРР і гербіцидів на вміст хлорофілу в листках рослин. Так, за даними З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенка [45], внесення РРР Емістим С з гербіцидом Гранстар позитивно впливало на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого, зокрема на 5–8% у листках збільшувався вміст хлорофілу і сухих речовин та на 20% підвищувалась чиста продуктивність фотосинтезу.

Л. В. Розборська констатує збільшення вмісту хлорофілу у листках пшениці озимої до 37% проти контролю за сумісної дії РРР Емістим С у нормі 5 мл/га та гербіциду Естерон, внесеного в нормах 0,8; 1,0; 1,2 л/га [46].

Регулятори росту рослин активізують основні процеси життєдіяльності рослин – мембранної проникності, поділу клітин, ферментної активності, фотосинтезу, дихання і живлення, сприяють підвищенню біологічної та господарської ефективності рослинництва, знижують вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у продукції рослинництва [47].

Вченими встановлено, що біологічні препарати з регуляторними та біозахисними властивостями є індукторами стійкості рослин [48–51]. Доведено, що біологічні препарати можуть виступати екзогенними антиоксидантами, що здатні стимулювати захисні реакції рослинного організму до стресів різного характеру дії, у тому числі й до активних форм кисню (АФК) [52]. 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 [53, 54]. Вирішальну роль 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 [55, 56].

Екзогенні РРР здатні стимулювати активність антиоксидантних систем рослин. Це доведено на прикладі зростання активності пероксидази в рослинах кукурудзи, обробленої Івіном [57], каталази й пероксидази в рослинах пшениці озимої, вирощуваної на фоні різних попередників та обробленої РРР Біолан [58]. Зокрема, найвища активність каталази була відмічена за вирощування пшениці озимої по попередниках горох та кукурудза на силос, де перевищення до контролю становило відповідно 104 й 119%. Активність пероксидази в рослинах пшениці була найвищою за попередника чорний пар (155%), а поліфенолоксидази – по гороху (109%).

С. А. Шумік та ін. [59] встановили вплив Агростимуліну, Триману та Емістиму С на функціонування ферментних систем рослин пшениці озимої під час фази колосіння. Зокрема дослідники зазначають, що препарати активізували нітратредуктазну систему прапорцевого листка, що в цілому сприяло кращому засвоєнню рослинами азоту. Доведено, що завдяки

активізації під впливом РРР антиоксидантних систем захисту у рослинах зростає рівень фізіологічного захисту, у тому числі і до негативного впливу пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), індукованого АФК [60, 61]. Так послаблення реакції ПОЛ відмічено вченими за обробки ячменю ярого РРР Квартезин і Емістим С [62, 63], пшениці озимої – Рифтал [64]. Це дає підставу вченим констатувати, що екзогенні РРР здатні виступати регуляторами антиоксидантної активності рослин.

Позитивний вплив на фізіологічний, в тому числі й антиоксидантний статус рослин, відмічають у своїх дослідженнях вчені й за використання мікробних препаратів [65–67]. Так, властивість підвищувати загальний фізіологічний стан та імунітет рослин доведено на прикладі біопрепарату Агат-25К. Потрапляючи на листя рослин, складові Агату-25К індукують накопичення в тканинах ендogenous біологічно активних сполук, у тому числі й фітоалексинів, які підвищують стійкість рослин до фітопатогенів. Крім того, за обробки препаратом у рослин активізується загальний розвиток з орієнтацією на підвищення продуктивності та покращення якості продукції [68].

Вищенаведені літературні дані показують обмежену вивченість дії РРР та МБП на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах гречки, що створює передумови для подальших досліджень з даного наукового напрямку.

Мікроорганізми є невід’ємною функціональною складовою будь-якої екосистеми. У ризосфері сільськогосподарських культур складається специфічний мікробний ценоз, що базується на екологічній та трофічній взаємодії [69–74].

Ґрунтова мікробіота являє собою обов’язковий компонент агрофітоценозу, де між рослинами та мікроорганізмами здійснюється молекулярний зв’язок, що ґрунтується на обміні і транспорті метаболітів.

Головні механізми стимулювального впливу ризобіоти на рослини полягають: у активізації фіксації атмосферного азоту за рахунок функціонування бактеріальної нітрогенази; трансформації важкодоступних

сполук, у першу чергу фосфорних, у доступні форми для рослин завдяки функціонуванню бактеріальної фосфатази; синтезі мікроорганізмами фізіологічно активних речовин (вітамінів, амінокислот, гормонів та ін.), що впливають на ріст рослин; біоконтролі фітопатогенів рослин за рахунок антибіотичної та фунгітоксичної дії деяких мікроорганізмів; покращенні поглинальної здатності кореневої системи рослин за рахунок впливу на проникність клітинних мембран [75]. У свою чергу рослини впливають на розвиток мікробіоти в прикореневій зоні завдяки виділенням екзометаболітів, що є енергетичним потенціалом для росту і розвитку мікроорганізмів [76–78].

Ґрунтові мікроорганізми чітко реагують на діючі чинники та зміни навколишнього середовища і стабілізуються відповідно до умов ризосфери рослин [79]. Тому специфіка антропогенного впливу на рослинний організм накладає істотний відбиток на біоценотичну діяльність ґрунтових мікробних угруповань. Управління біологічними процесами у агрофітоценозах без шкоди для навколишнє середовище можливе шляхом використання біологічних препаратів [80, 81].

Позитивний вплив мікробних препаратів на розвиток основних груп мікроорганізмів відмічено дослідженнями багатьох вчених [79, 82–86]. Так, за даними О. В. Шерстобоевої [79], використання біопрепаратів, основою більшості яких є діазотрофи, сприяє зростанню більше як у 1,5 рази кількості азотфіксувальних бактерій у ризосфері пшениці озимої, ячменю, сорго.

Через інтродукцію агрономічно корисних штамів мікроорганізмів у ризосферу рослин можливе витіснення фітопатогенних штамів, що сприяє поліпшенню живлення сільськогосподарських культур, покращує фітосанітарний стан посівів та зумовлює підвищення їх продуктивності [87–90].

За даними досліджень Г. А. Карпової [91], інокуляція насіння мікробним препаратом та РРР 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 фази колосіння та молочної стиглості, де перевищення контрольних варіантів складало 39–42% у рослин пшениці і 13–22% – ячменю. Рістстимулювання супроводжувалося активізацією діяльності ризосферної азотфіксувальної мікробіоти. У цілому відмічено позитивний вплив на загальний рослинно-мікробний метаболізм.

Дослідженнями О. В. Шерстобоевої та Т. М. Коваленко [92] встановлено, що передпосівна інокуляція насіння конюшини лучної Ризобофітом, на основі активного штаму *R. trifolli* 20, сприяє утворенню більшої кількості бульбочок на коренях та підвищенню азотфіксувальної активності на 2 мкМ C_2H_4 /корінь/годину. Поряд з цим, нітрагінізація насіння Ризобофітом у суміші з мікробним комплексом сприяла зростанню активності азотфіксації на 9,3 мкМ C_2H_4 /корінь/годину.

Позитивний вплив на вірулентність бульбочкових бактерій у ризосфері сої відмічено О. О. Алексєєвим та В. П. Патиною [93] за передпосівної інокуляції насіння бактеріями штамами *Bradyrhizobium japonicum* М8 та 634Б.

К. П. Ковтун [94] у своїх дослідженнях відмічає підвищення активності азотфіксації у 2–3 рази в кореневій зоні люцерно-злакових трав за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризоторфіном.

Г. О. Іутинська [95] 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.

За даними Н. О. Леонової [96], використання РРР Івін, Емістим С, Еней, Агрозимулін позитивно впливало на накопичення біомаси вискоєфективного штаму *B. japonicum* 71Т у ризосфері сої. При цьому в листі й насінні сої підвищувався вміст флавоноїдних сполук. Використання екзогенних фітогормонів сприяло створенню високопродуктивних бобово-ризобіальних систем.

Вченими встановлено підвищення активності зв'язування атмосферного азоту в кореневій зоні рослин за передпосівної обробки насіння та при внесенні розчинів РРР по вегетуючих рослинах [97, 98].

Питання формування мікробного оточення, яке б ефективно взаємодіяло із сільськогосподарськими культурами, є актуальним у сучасних дослідженнях. Реалізація даного питання можлива за рахунок інтродукції мікроорганізмів, які є основою біопрепаратів, та здатні впливати на кількісний і якісний склад мікробного ценозу ризосфери.

Експериментальними дослідженнями Н. Ю. Моцай [99] встановлені зміни кількості мікроорганізмів та целюлозоруйнівна активність ґрунту за використання мікробного препарату Діазофіт, на основі асоціативних азотфіксаторів, при вирощуванні ячменю ярого та кукурудзи. Зокрема загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин зростала на 25–28%, кількість амоніфікаторів, нітрифікаторів, азотфіксаторів – на 12–19% та на 17–28% збільшувалася целюлозоруйнівна активність ґрунту.

У літературі зустрічається низка й інших публікацій стосовно позитивного впливу на мікробний ценоз ґрунту рістрегулюючих речовин та мікробних препаратів [100–106]. Зокрема вченими встановлена здатність РРР стимулювати розвиток спонтанних мікроорганізмів у ризосфері сільськогосподарських культур [107]. Так, за використання Тетрану й Триману в посівах ячменю було відмічено зростання чисельності вільноіснуючих олігоазотрофних мікроорганізмів у 4–8 разів [108]. Подібні результати одержані за використання в посівах ячменю ярого Ризоентерину [109, 110]. Очевидно, що завдяки рістстимулювальним властивостям препаратів зростає площа кореневої системи рослин, активізується виділення метаболітів у ризосферу, що створює позитивні умови для функціонування ґрунтової мікробіоти [111].

На жаль, у науковій літературі практично відсутні відомості щодо впливу на ґрунтову мікробіоту посівів гречки комбінованого застосування РРР та МБП, що обмежує розробку технологій сумісного застосування даних препаратів з метою одержання екологічно безпечної продукції.

Сучасний стан інтенсифікації розвитку аграрного сектору потребує удосконалених екологічно безпечних та економічно вигідних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур. Вагомим резервом збільшення виробництва екологічно чистої продукції рослинництва є застосування біологічних препаратів [112–115].

Низкою наукових досліджень доведено, що сучасні біопрепарати дозволяють значно підвищити продуктивність сільськогосподарських культур і їх якість [116–120]. За узагальненими даними це відбувається через:

- ініціювання змін у процесах життєдіяльності рослин [121, 122];
- модифікацію функціонування клітинного геному, прискорення транспортних процесів у мембранах та посилення надходження в клітини окремих метаболітів і елементів живлення [123];
- активізацію роботи H^+ -помпи і транспортних процесів, прискорення процесів транскрипції, синтезу основних біомакромолекул РНК і білків [11, 124];
- синтез ферментів, рух та метаболізм речовин, інтенсивність дихання, кореневе живлення [125];
- здатність РРР на молекулярному рівні інтенсифікувати фізіологічні процеси росту і розвитку рослин, що стимулює їх стійкість до стресових чинників [126, 127];
- посилення стійкості сільськогосподарських культур до біотичних та абіотичних стресових факторів.

Вищезазначене можливе за рахунок інтродукції агрономічно цінних штамів мікроорганізмів, що здатні конкурувати з патогенною мікробіотою, стимулюють розвиток кореневої системи та надземної маси рослинного організму [128–131].

Мікробні угруповання спонукають накопиченню у ризосфері доступних для рослин поживних речовин і фізіологічно активних сполук, регулюють метаболізм та взаємовідношення у мікробно-рослинному ценозі [132–136]. Активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроценозу, але у сільськогосподарській практиці

використовується недостатньо. На даному етапі необхідна масштабна біологізація агротехнологій вирощування зернових культур для забезпечення умов реалізації потенційно можливої продуктивності, без шкоди для навколишнього природного середовища [137, 138].

У розробці технологій застосування мікробних препаратів важливим є можливість комплексного їх використання. Так, поєднання у суміші Діазофіту, Фосфоентерину та Біополіциду і внесення у процесі вирощування злакових культур, забезпечує прибавку урожаю зернових до 24% [139]. Встановлено, що інокуляція насіння люпину жовтого активними штамми бульбочкових бактерій забезпечує приріст урожаю на 23–34% проти контролю, залежно від генетичних особливостей сорту [140]. За даними С. П. Танчик [141], за передпосівної обробки насіння пшениці озимої сортів Поліська 90 і Подолянка біопрепаратом на основі азотфіксувальних мікроорганізмів отримали приріст врожаю 15–23%, при цьому відмічено збільшення вмісту білка у зерні на 0,4–1,0% та натури – на 2–8 г.

Т. М. Григор'єв [142] повідомляє, що високоефективним заходом є інокуляція насіння ячменю ярого біологічними препаратами та РРР. Так, за використання бактеріального препарату Мікрогумін та регулятора росту рослин Біосил прибавка врожаю складала 0,32 та 0,27 т/га проти контролю, а найвищий вміст білка у зерні одержано за дії Нейтрину та Біосилу – 14,1 і 14,3%.

Результати досліджень О. С. Гораш й ін. [143] свідчать про позитивний вплив РРР на формування морфоструктури рослин гречки. За дії Емістиму С, Агростимуліну, Вермістиму формувалася більша кількість гілок, суцвіть, повноцінних зерен і підвищувалася маса 1000 насінин. Використання Агростимуліну сприяло зростанню кількості гілок у сортах гречки Вікторія на 19%, Роксолана – 20%, Зеленоквітна 90–47%, число суцвіть відповідно збільшувалося на 15; 18 і 20%, а повноцінних зерен – на 16; 18 і 36% відносно контролю.

Використання бактеріальних препаратів Агріка і Флавобактерин сприяло підвищенню врожайності тритікале сорту Угро на 0,2–0,5 т/га та збільшенню маси 1000 насінин на 7–10% проти контролю [144].

У дослідженнях В. Я. Хоміної [145], відмічено значний вплив регуляторів росту рослин Агростимулін, Емістим С, Ембо, Альфа, Вермістим, Протон і Сяйво на продуктивність гречки сортів Вікторія, Роксолана, Зеленоквіткова 90 і Рубра. За використання екзогенних стимуляторів для обробки насіння перед сівбою виживання рослин спостерігалось на рівні 85–93%. Найбільший приріст урожаю відмічено за дії препарату Альфа, де перевищення контролю складало на рівні 22–27%, при цьому рівень рентабельності за використання регуляторів росту перевищував контроль на 44%, а чистий прибуток – 65–1268 грн/га.

Одним із напрямів виробництва біопрепаратів є використання асоціативних азотфіксаторів – діазотрофів, які у симбіозі з не бобовими культурами здатні поліпшувати їх азотне живлення та впливати на родючість ґрунту [146, 147]. Так, використання Ризоаргіну для передпосівної інокуляції насіння рису, озимої і ярої пшениці, вівса, ячменю, соняшника забезпечило приріст урожаю зернових на рівні 3–9 ц/га [148]; застосування Агробактерину забезпечило приріст урожайності зерна жита озимого 0,41 т/га [149]. Використання біопрепарату Хетомік сприяло підвищенню вмісту білка в зерні ячменю ярого на 2%, приріст врожаю складав 22% [150].

Включення біопрепаратів до технологій вирощування сільськогосподарських культур сприяє не тільки підвищенню продуктивності рослин, а й забезпечує покращення якості вирощеної продукції, стимулює відновлення родючості ґрунтів, знижує пестицидне навантаження на агроценози. Адже головною проблемою, що виникає при використанні хімічного методу захисту рослин від шкідливих чинників є резистентність до патогенів [151, 152]. Дане явище призводить до збільшення площ та кількості хімічних обробок посівів. Відомий негативний вплив збільшення норм пестицидів на біоценози, що призводить до забруднення ґрунтів, водойм, накопичення токсинів у вирощеній продукції. Запобігти або зменшити негативну дію пестицидів та компенсувати обмеження використання хімічних препаратів у системі інтегрованого захисту рослин без втрати врожаю можливо за рахунок посилення біологічного фактору. Встановлено, що доцільним заходом є використання біологічних препаратів у бакових сумішах з засобами

захисту рослин, що дає ефект зменшення пестицидного навантаження на посіви [153].

За даними З. М. Грицаєнко, І. Б. Леонтюк [154], при внесенні гербіциду Гроділ Максї у нормі 110 мл/га сумісно з рістрегулятором Біолан урожайність пшениці озимої підвищувалась до 5,3 т/га в порівнянні з контролем. Гумінові препарати Добрин і Стимул підвищували врожайність зернових культур на 0,3–0,7 т/га [155].

У дослідях В. П. Карпенка [156] відмічено позитивний вплив біологічних препаратів у суміші з гербіцидами на продуктивність ячменю ярого. Так, найвищий приріст урожаю зерна (0,83 т/га) забезпечило використання бакових сумішей гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін. За рахунок протекторних і антистресових властивостей біопрепаратів нівелювалась негативна дія гербіциду на посіви, що в цілому сприяло активації продукційного процесу за рахунок інтенсифікації проходження основних фізіолого-біохімічних процесів рослин [157].

Ефективність вирощування сільськогосподарських культур залежить від масштабної оцінки та раціональної доцільності проведення агротехнічних заходів виробництва продукції [158–160]. Підвищення врожайності та відповідно й економічної ефективності вирощування зернових культур за використання біологічних препаратів відмічено рядом вчених. Так, застосування Агростимуліну, Емістиму С 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 [161]. За обробки вегетуючих рослин пшениці озимої Емістимом С приріст зерна складав 1,7–2,4 ц/га [162]. Завдяки застосуванню біопрепарату Агат-25К прибавки врожаю зернових культур складали від 1,5 до 12,9 ц/га при одночасній економії 15–20% азотних і фосфорних добрив [163, 164].

Підвищення рівня енергетичної ефективності до 2,5 було відмічено при інокуляції насіння конюшини поліфункціональним комплексом мікроорганізмів на основі штаму *R. trifolii* 20, що на 0,67 більше в порівнянні із спонтанною інокуляцією місцевими ризобіями в контролі. Перспективною виявилась

технологія, яка передбачала обробку насіння поліфункціональним комплексом мікроорганізмів, що містив *R. trifolii* 20, *E. nimipressuralis* 32-3 та *P. polymyxa* 6М, де енерговитрати на виробництво були меншими, а коефіцієнт енергетичної оцінки – вищий [165].

За даними Т. Ф. Трофимової [166], інокуляція насіння сої біологічними препаратами забезпечила зростання врожайності у порівнянні із контролем на 8– 30%. Найвища врожайність сої відмічена за дії Ризоторфіну – 23,3 ц/га, Азотобактерину – 21,3 ц/га, Агропону-С – 20,9 ц/га і Альбіту – 19,3 ц/га. При цьому вміст білків збільшувався на 7,8%, рівень рентабельності за використання Ризоторфіну складав 81%. Висока економічна ефективність використання біопрепаратів підтверджувалась і коефіцієнтом енергетичної ефективності (1,8 до 2,5).

Аналізуючи літературні джерела, можна відмітити, що сучасні регулятори росту рослин та мікробні препарати впливають на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах та ґрунті, проявляючи себе як імуностимулятори та антистресори [167–170]. Проте дослідження спрямованості дії біологічних препаратів на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, мікробні – в ґрунті, та можливість їх поєднаного використання, вивчені недостатньо. Зокрема у науковій літературі недостатньо розкрито питання сумісної дії регуляторів росту рослин та мікробних препаратів на перебіг основних фізіологічно-біохімічних процесів, характер змін ростових процесів, формування продуктивності посівів сільськогосподарських культур, у тому числі й гречки. Мало вивченим також залишається питання впливу біопрепаратів на активність ризосферної мікробіоти у посівах гречки, від якої залежить формування високої продуктивності посівів. Тому, зважаючи на вищенаведений літературний матеріал, можна констатувати, що вирішення завдання біологічного обґрунтування комплексної дії РРР і МБП у посівах гречки дозволить розробити науково обґрунтовані, екологічно безпечні та економічно вигідні рекомендації із застосування препаратів у виробництві, результатом яких стане забезпечення населення високоякісною продукцією.

2. ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ГРЕЧКИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ

2.1. Активність основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз

Основні процеси життєдіяльності рослинного організму, а саме фотосинтез, дихання, синтез органічних сполук й інші напряду залежать від активності ферментів, зокрема представників класу оксидоредуктаз [171]. Зміна в рослинах ферментативної активності у значній мірі залежить від підвищених концентрацій у фотосинтезувальних тканинах активних форм кисню (АФК), які продукуються у відповідь на біотичні та абіотичні стресові чинники, серед яких можливі водний дефіцит, засолення, низька або підвищена температура, дія гербіцидів, важких металів, радіації, інфекції патогенів тощо [172]. Так, у хлоропластах, можливе утворення синглетного кисню, супероксидрадикалу й пероксиду водню, у мітохондріях – супероксидрадикалу та ін. [173]. АФК реагують з білками, ліпідами, нуклеїновими кислотами, ушкоджуючи структури мембран та макромолекул, що негативно впливає на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та формування їх продуктивності [174].

Визначну роль у нейтралізації АФК відіграє антиоксидантна система рослини, яка являє собою комплекс низькомолекулярних сполук та ферментів, зокрема й таких як каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза та поліфенолоксидаза. Так, каталаза нейтралізує негативну дію пероксиду водню шляхом розкладу до води і кисню, локалізується переважно у пероксисомах і гліоксисомах. Каталаза присутня у системах, де відбуваються процеси клітинного дихання за участю цитохромів та активізується при токсичній дії на рослинну клітину пероксиду водню [175].

Пероксидаза – відновлює пероксид до води, контролює рівень пероксиду водню у рослинних клітинах [176]. У рослині можливе існування таких видів

пероксидаз як аскорбатпероксидази, що інактивують H_2O_2 у хлоропластах та цитолізі, і фенолпероксидази, що активуються у оболонці клітини та мають регуляторну функцію [177]. Загалом пероксидаза є поліфункціональним ферментом, бере участь в проходженні біохімічних реакцій, зокрема у процесах біосинтезу та підтримує осморегуляційну відповідь клітинної стінки на дію абіотичних стресорів [178].

Стан антиоксидантної системи рослин та зміну її активності, як реакцію на стресові чинники, досліджували на різних сільськогосподарських культурах [179, 180], проте зміни активності антиоксидантних ферментів у рослинах гречки за дії біологічних препаратів є практично не вивченими. Водночас поодинокі літературні джерела [181–182] засвідчують високу їх ефективність у формуванні антиоксидантного статусу та продуктивності різних зернових культур.

Дослідження активності основних антиоксидантних ферментів у рослинах гречки виконували у контрольованих умовах вегетаційного досліді (2010–2012 рр.). Одержані результати засвідчили зміну ферментативної активності рослин залежно від норм та способів застосування МБП Діазобактерин та РРР Радостим. Так, у вегетаційних досліді 2010 року за використання для передпосівної обробки насіння гречки МБП Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл активність каталази у порівнянні з контролем зростала зі збільшенням норми препарату на 2,4; 3,0; 3,3 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирої речовини за 1 хв. відповідно (табл. 2.1).

За використання Діазобактерину (150–200 мл) для передпосівної обробки насіння у суміші з регулятором росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т активність каталази зростала відносно варіанту окремої дії РРР на 6,4–7,7 мкМоль розкладеного H_2O_2 . Використання цих же норм Діазобактерину для обробки насіння та внесення на фоні обробки даним препаратом по вегетуючих рослинах РРР Радостим у нормі 50 мл/га забезпечило зростання активності каталази на 19–21% відповідно проти варіантів із самостійним внесенням Діазобактерину.

Таблиця 2.1

**Активність каталази у листках гречки за використання МБП
Діазобактерин і РРР Радостим, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової
речовини за 1 хв. (фаза галуження стебла)**

Варіант дослідів	2010 р.	2011 р.	2012 р.
Без застосування препаратів (контроль)	9,2	10,1	9,5
Діазобактерин 150 мл	11,6	14,0	11,8
Діазобактерин 175 мл	12,2	14,3	12,1
Діазобактерин 200 мл	12,5	15,5	12,6
Радостим 250 мл/т	10,3	11,4	10,9
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т	16,7	17,9	16,2
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т	17,3	18,0	16,8
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т	18,0	18,8	17,3
Радостим 50 мл/га	13,3	16,0	11,9
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	13,8	16,3	13,8
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	14,5	17,2	14,2
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	15,2	17,9	15,7
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	14,0	17,1	15,1
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	18,7	19,9	18,1
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	19,3	20,2	18,7
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	19,3	20,4	18,9
<i>НІР₀₁</i>	1,2	1,5	1,5

Найвищу активність каталази у листках гречки було відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Діазобактерину (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) з наступним обприскуванням посівів Радостимом (50 мл/га), де у порівнянні до варіантів Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) було відмічено зростання активності каталази на 1–2 мкМоль окисненого H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв. Ці ж варіанти дослідів у порівнянні до контролю забезпечили зростання активності каталази на 103–110% відповідно.

Подібна залежність активності ферменту каталази спостерігалась у 2011 і 2012 рр. Проте найвищою вона була у варіантах, де Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл застосовували сумісно з Радостимом у нормах 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням вегетуючих рослин РРР Радостим у норм 50 мл/га. Так, у 2011 р. у цих варіантах досліду – Діазобактерин (150; 175; 200 мл) + Радостим (250 мл/т) + Радостим (50 мл/га), активність каталази у порівнянні до варіантів Діазобактерин (150; 175; 200 мл) + Радостим (250 мл/т) зросла в середньому на 9–12%; у порівнянні до варіантів Діазобактерин (150; 175; 200 мл) + Радостим (50 мл/га) – 14–22%, а в порівнянні до варіанту без застосування препаратів – на 97–102%. У 2012 р. у цих варіантах простежувалось зростання активності каталази – 9–12%; 20–32% та 91–99% відповідно.

Одержані експериментальні дані свідчать, що за комплексного застосування біологічних препаратів (обробка насіння перед сівбою мікробіним препаратом та регулятором росту рослин + внесення регулятора росту рослин по сходах) відбувається зростання активності одного з важливих ферментів антиоксидантного статусу рослин каталази, що може бути пов'язано з активізацією у рослинах під впливом препаратів фізіолого-біохімічних процесів (фотосинтез, дихання та ін.), наслідком яких є продукування однієї з форм АФК – пероксиду водню, який, у свою чергу, є субстратом для каталази [173, 179].

Щодо активності інших антиоксидантних ферментів – пероксидази й поліфенолоксидази, то в умовах вегетаційного досліду вона також була досить високою і перевищувала контрольні показники (табл. 2.2, 2.3). Зокрема, у 2010 році за використання Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл для обробки насіння перед сівбою активність пероксидази зростала відповідно від 72,0 до 74,8 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – від 18,0 до 18,4 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти при показниках у контролі – 66,2 і 17,3 відповідно. За сумісного використання для передпосівної обробки насіння гречки Діазобактерину у досліджуваних нормах із Радостимом активність пероксидази коливалась у межах від 83,1 до 89,8 мкМоль окисненого гваяколу,

поліфенолоксидази – від 20,7 до 22,2 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти, що перевищувало контроль на 26–36% і 20–28% відповідно.

Таблиця 2.2

**Активність пероксидази у листках гречки за використання МБП
Діазобактерин і РРР Радостим, мкМоль окисненого гваяколу/г сирої
речовини за 1 хв. (фаза галуження стебла)**

Варіант досліду	2010 р.	2011 р.	2012 р.
Без застосування препаратів (контроль)	66,2	60,8	57,3
Діазобактерин 150 мл	72,0	70,1	60,0
Діазобактерин 175 мл	73,2	71,2	61,3
Діазобактерин 200 мл	74,8	72,8	62,5
Радостим 250 мл/т	68,8	64,2	58,1
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т	83,1	80,1	59,9
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т	87,3	83,0	71,7
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т	89,8	85,5	75,2
Радостим 50 мл/га	70,7	65,1	59,8
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	75,0	73,4	63,0
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	76,2	77,7	65,1
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	79,4	78,3	67,3
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	72,4	70,5	62,4
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	97,2	88,0	86,7
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	99,3	89,2	88,1
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	101,5	90,3	89,0
<i>НІР₀₁</i>	9,2	4,5	10,1

Застосування РРР Радостим у нормі 50 мл/га на фоні обробки насіння Діазобактерином у нормах 150–200 мл забезпечувало підвищення активності пероксидази у порівнянні із контролем на 8,8–13,2 мкмоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – на 1,3–2,0 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно.

**Активність поліфенолоксидази у листках гречки за використання МБП
Діазобактерин і РРР Радостим, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г
сирої речовини за 1 хв. (фаза галуження стебла)**

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.
Без застосування препаратів (контроль)	17,3	19,2	16,5
Діазобактерин 150 мл	18,0	21,2	19,9
Діазобактерин 175 мл	18,2	21,8	20,1
Діазобактерин 200 мл	18,4	22,1	20,6
Радостим 250 мл/т	18,0	20,4	17,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т	20,7	24,2	21,0
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т	21,5	25,0	21,4
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т	22,2	25,8	21,7
Радостим 50 мл/га	18,7	21,9	18,2
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	18,6	22,7	21,0
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	19,3	24,0	21,2
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	19,0	23,6	21,6
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	19,0	22,3	19,0
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	24,3	26,9	22,4
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	25,0	27,3	22,6
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	25,5	27,5	23,0
<i>НІР₀₁</i>	<i>3,1</i>	<i>1,6</i>	<i>1,1</i>

За комбінованого застосування Радостиму (обробка насіння перед сівбою у нормі 250 мл/т і внесення по вегетуючих рослинах – 50 мл/га) простежувалось зростання активності пероксидази на 13,2 мкМоль окисненого гваяколу та поліфенолоксидази – на 1,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти у порівнянні відповідно до контролю.

Значне підвищення активності ферментів простежувалось за сумісного застосування Діазобактерину (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) для обробки насіння гречки перед сівбою з наступним обприскуванням посівів

Радостимом (50 мл/га), де у порівнянні з контролем підвищення активності пероксидази знаходилось у межах 46–52%, а поліфенолоксидази – 40–47%.

Подібна залежність в активності пероксидази і поліфенолоксидази була відмічена і в умовах вегетаційних дослідів 2011 і 2012 рр. Проте, необхідно зазначити, що найвищою активність досліджуваних ферментів була у варіантах із передпосівною обробкою насіння сумішшю Діазобактерину (150, 175, 200 мл) з Радостимом у нормі 250 мл/т з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, де перевищення контролю за активністю пероксидази у 2011 та 2012 роках складало 27,2; 28,4 і 29,5 та 29,4; 30,8 і 31,7 мкМоль окисненого гваяколу відповідно при HIP_{01} 4,5 і 10,1; поліфенолоксидази – 7,7; 8,1 і 8,3 та 5,9; 6,1 і 6,5 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно за HIP_{01} 1,6 і 1,1. Одержані дані підвищення 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 [173].

Для підтвердження даних щодо активності основних антиоксидантних ферментів у листках рослин гречки, одержаних у суворо контрольованих вегетаційних умовах, нами було проведено відповідні дослідження і в польових умовах. Так, проведенні 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 2012 р., що узгоджується з даними низької вологозабезпеченості рослин. У цілому, аналізуючи активність ферментів у фазу галуження стебла гречки у 2010 р., можна стверджувати, що в усіх варіантах досліді вона була вищою за контрольні показники. Так, у варіантах Діазобактерин 150; 175 і 200 мл активність каталази перевищувала контроль на 10; 17 і 14%; пероксидази –

4; 7 і 4%; поліфенолоксидази – 9; 9 і 10% відповідно; у варіантах Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т – на 50; 52 і 54% – за каталазою; 17; 20 і 19% – за пероксидазою; 21; 31 і 32% – за поліфенолоксидазою; у варіантах комплексного застосування Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га – 84; 130 і 131% – за каталазою; 22; 29 і 27% – за пероксидазою і – 43; 68 та 62% – за поліфенолоксидазою. Така ж закономірність в активності ферментів простежувалась у фазу галуження стебла гречки у варіантах польових дослідів і в 2011 та 2012 рр.

У середньому за 2010–2012 роки досліджень за використання для передпосівної обробки насіння гречки мікробного препарату Діазобактерин як окремо, так і в сумішах із Радостимом, у листках рослин встановлено значне підвищення ферментативної активності. Так, за передпосівної обробки насіння гречки МБП Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл у фазу галуження стебла активність каталази зі збільшенням норм препарату зростала на 1,1; 1,7 і 1,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 проти контролю, активність пероксидази – на 3,7; 5,4 і 5,3 мкМоль окисненого гваяколу, а поліфенолоксидази – на 1,9; 2,1 і 2,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти (табл. 2.4).

За сумісної дії мікробного препарату Діазобактерин у нормах 150, 175, 200 мл з регулятором росту рослин Радостим 250 мл/т, застосованих для обробки насіння гречки перед сівбою, активність каталази у варіантах дослідів у порівнянні з контролем зростала на 42; 49 і 51%, пероксидази – на 17; 19 і 20%, поліфенолоксидази – на 28; 34 і 37% відповідно.

Використання Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури Радостиму 50 мл/га забезпечило зростання активності антиоксидантних ферментів каталази, пероксидази і поліфенолоксидази проти варіантів із самостійним внесенням Діазобактерину на 13–17; 9–10 і 7–11% відповідно.

За комбінованого застосування Радостиму (обробка насіння перед сівбою у нормі 250 мл/т і внесення по вегетуючих рослинах – 50 мл/га) простежувалось зростання активності каталази на 2,5 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази –

на 11,0 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – на 5,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно проти контролю.

Таблиця 2.4

**Активність антиоксидантних ферментів у листках гречки за використання
МБП Діазобактерин і РРР Радостим
(фаза галуження стебла, середнє 2010–2012 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)	10,4	90,3	19,8
Діазобактерин 150 мл	11,5	94,0	21,7
Діазобактерин 175 мл	12,1	95,7	21,9
Діазобактерин 200 мл	12,3	95,6	22,4
Радостим 250 мл/т	10,8	95,3	21,2
Діазобактерин 150 мл+Радостим 250 мл/т	14,8	106,1	25,3
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	15,5	108,0	26,5
Діазобактерин 200 мл +Радостим 250 мл/т	15,7	108,9	27,0
Радостим 50 мл/га	11,8	99,8	25,3
Діазобактерин 150 мл+Радостим 50 мл/га	13,5	103,9	23,3
Діазобактерин 175 мл+Радостим 50 мл/га	13,7	104,3	24,3
Діазобактерин 200 мл+Радостим 50 мл/га	14,2	105,6	24,8
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	12,9	101,3	25,5
Діазобактерин 150 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	18,7	113,2	28,5
Діазобактерин 175 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	22,4	118,6	32,1
Діазобактерин 200 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	22,1	116,4	31,3

Разом з тим найвища активність антиоксидантних ферментів у листках гречки була відмічена за використання для передпосівної обробки насіння

суміші Діазобактерину (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) з наступним обприскуванням посівів Радостимом (50 мл/га), де в порівнянні з варіантами Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) було відмічено зростання активності каталази на 3,9; 6,9 і 6,4 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 7,1; 10,6 і 7,5 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 3,2; 5,6 і 4,3 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно. Ці ж варіанти досліду у порівнянні до контролю забезпечили зростання активності каталази на 80–115%, пероксидази – 25–31%, поліфенолоксидази – 44–62% відповідно.

У фазу початку цвітіння рослин гречки було відмічено значне зростання активності ферментів у порівнянні до показників польових дослідів активності ферментів у фазу галуження стебла. 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 гречки в 2010 р. у фазу початку цвітіння рослин показав, що у варіантах з передпосівною обробкою насіння Діазобактерином у нормах 150; 175; 200 мл активність каталази у порівнянні до контролю зростала на 38; 44 і 45%; пероксидази – 3; 4 і 6%; поліфенолоксидази – 12; 16 і 18%; у варіантах Діазобактерин 150; 175; 200 мл + Радостим 250 мл/т – на 72; 76 і 76% – за каталазою; 11; 12 та 13% – за пероксидазою і 33; 39; 36% – за поліфенолоксидазою; у варіантах Діазобактерин 150; 175; 200 мл + Радостим 50 мл/га – 62; 68 і 67% – за каталазою; 8; 10 і 11% – за пероксидазою та 26; 29 і 31% – поліфенолоксидазою.

Найвищу активність ферментів одержано у варіантах з комплексним застосуванням біологічних препаратів: Діазобактерин 150; 175; 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, де перевищення контролю за каталазою складало 10,9; 11,6 та 11,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 , за пероксидазою – 15,7; 18,0 та 16,3 мкМоль окисненого гваяколу, за поліфенолоксидазою – 10,5; 11,3 та 11,1 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти за HPR_{05} 1,3; 2,7 і 2,5 відповідно, що є достовірним на зазначеному порозі вірогідності. Подібні результати активності основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз у фазу

початку цвітіння рослин гречки було одержано у польових дослідах 2011 та 2012 рр.

Аналізуючи активність окисно-відновних ферментів рослин гречки у фазу початку цвітіння в середньому за 2010–2012 рр. була відмічена подібна закономірність (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

**Активність антиоксидантних ферментів у листках гречки за використання
МБП Діазобактерин і РРР Радостим
(фаза початку цвітіння, середнє 2010–2012 рр.)**

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксида- за, 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)	12,3	90,7	22,0
Діазобактерин 150 мл	15,2	95,3	24,7
Діазобактерин 175 мл	16,0	97,5	25,6
Діазобактерин 200 мл	16,1	98,1	26,1
Радостим 250 мл/т	13,1	94,1	23,4
Діазобактерин 150 мл+Радостим 250 мл/т	19,5	104,6	29,5
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	20,1	105,5	30,3
Діазобактерин 200 мл +Радостим 250 мл/т	20,2	106,7	30,8
Радостим 50 мл/га	13,8	95,9	24,1
Діазобактерин 150 мл+Радостим 50 мл/га	17,6	101,7	27,9
Діазобактерин 175 мл+Радостим 50 мл/га	18,3	103,2	28,7
Діазобактерин 200 мл+Радостим 50 мл/га	18,6	102,8	28,6
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	15,8	97,7	25,6
Діазобактерин 150 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	21,4	107,8	32,2
Діазобактерин 175 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	22,1	109,9	32,8
Діазобактерин 200 мл +Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	21,8	108,3	33,0

Так, за використання Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл та Радостиму у нормі 250 мл/т як окремо, так і сумісно активність антиоксидантних ферментів у варіантах досліду зростала, водночас найвищою вона була у варіанті за обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин (175 і 200 мл) і Радостим (250 мл/т) з наступним обприскуванням посівів Радостимом (50 мл/га), що перевищувало контроль за активністю каталази на 77–80%, пероксидази – 19–21%, поліфенолоксидази – 49–50%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки:

- Мікробний препарат Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл на гектарну норму насіння та регулятор росту рослин Радостим 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.

- За сумісного використання різних норм мікробного препарату Діазобактерин із регулятором росту рослин Радостим активність антиоксидантних ферментів у рослинах гречки значно зростає, разом з тим вона залежить від норм та способів внесення даних біологічних препаратів.

- Найвищий рівень активності ферментів у рослинах гречки простежується за сумісного застосування для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Діазобактерин у нормах 175 і 200 мл з регулятором росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т з наступним обприскуванням по даному фону посівів Радостимом у нормі 50 мл/га. Очевидно, що з одного боку, використання біологічних препаратів для обробки насіння гречки перед сівбою забезпечує інтенсифікацію рослинно-мікробних взаємодій, результатом яких є покращення умов мінерального живлення і, як наслідок, обмінних процесів у рослинах, невід’ємною складовою яких є ферменти, з іншого боку, екзогенний регулятор росту рослин Радостим стимулює підвищення рівня в рослинах гречки ендогенних гормонів – активаторів росту, що призводить до

інтенсифікації ростових процесів, і які, в свою чергу, не можливі без активної участі ферментів.

2.2. Формування пігментного комплексу листкового апарату

Фотосинтез є головним процесом утворення у рослинах органічної речовини, який у поєднанні з асиміляцією мінеральних елементів ґрунту створює основу для формування урожаю. Висока продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить не тільки від фотосинтетичних процесів, але й від синтезу і транспорту метаболітів [183]. Саме тому пігментний комплекс листків має вирішальне значення в реалізації біологічного потенціалу всіх без виключення сільськогосподарських культур.

Дослідження останніх років свідчать [184–186], що формування пігментного комплексу рослин залежить від низки чинників, у тому числі й від застосування мінеральних добрив, засобів захисту та рістстимулювальних препаратів. Разом з тим встановлено, що за використання препаратів біологічного походження у рослинах посилюються обмінні процеси, які супроводжуються розвитком потужної надземної і підземної біомаси, формуванням оптимального фотосинтетичного апарату і збільшеним вмістом в листках хлорофілу, що в цілому забезпечує підвищення врожайності [185]. Ряд вчених [187–191] розглядають позитивну дію РРР на пігментний комплекс рослин двояко: зокрема – як стимулювальні компоненти в синтезі пігментів та формування світловбирного комплексу та – захисної складової, що попереджає передчасне, або взагалі, руйнування хлоропластів. Проте, не зважаючи на це, стан пігментного комплексу низки сільськогосподарських культур за комплексної дії РРР та МПБ є маловивченим.

Виходячи з цього, важливим завданням наших досліджень було встановити зміни у пігментному комплексі листків гречки за використання МБП Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим, що дозволило б розкрити основні напрями та специфіку формування пігментного комплексу

рослин, від якого залежить синтез органічної речовини та формування продуктивності посівів.

Проведені польові дослідження засвідчили залежність вмісту хлорофілу в листках гречки від норм МБП Діазобактерин, внесеного роздільно і в комплексі з РРР Радостим, та від погодних умов, що склалися у роки проведення досліджень (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

**Вміст суми хлорофілів *a* і *b* в листках гречки за дії МБП
Діазобактерин та РРР Радостим
(% на суху речовину, фаза галушення стебла)**

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,151	1,210	1,012	1,124
Діазобактерин 150 мл	1,204	1,284	1,095	1,194
Діазобактерин 175 мл	1,252	1,306	1,116	1,225
Діазобактерин 200 мл	1,273	1,321	1,128	1,241
Радостим 250 мл/т	1,220	1,274	1,096	1,197
Діазобактерин 150 мл + Радостим, 250 мл/т	1,252	1,325	1,124	1,234
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т	1,267	1,332	1,147	1,249
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т	1,282	1,352	1,139	1,258
Радостим 50 мл/га	1,243	1,294	1,108	1,215
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	1,325	1,426	1,195	1,315
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	1,344	1,447	1,205	1,332
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	1,358	1,463	1,228	1,349
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	1,345	1,400	1,175	1,307
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,448	1,523	1,274	1,415
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,496	1,569	1,320	1,462
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,475	1,558	1,309	1,447
<i>HIP</i> ₀₅	0,18	0,19	0,14	

Так, отримані дані з вмісту хлорофілу в листках гречки узгоджуються із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимом для рослин у 2011 р., менш сприятливими – 2012 р.

Аналізуючи сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках гречки у 2010 р, можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл він перевищував контрольні показники на 5; 9 і 11%. Активніше нагромадження фотосинтетичних пігментів проходило у варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовували суміш РРР Радостим та МБП Діазобактерин. Так, за сумісного використання Діазобактерину (у нормах 150–200 мл) і Радостиму (у нормі 250 мл/т) вміст хлорофілу у листках гречки порівняно із контролем збільшувався на 9–11%. Використання Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури рістрегулятора Радостим 50 мл/га забезпечило зростання досліджуваного показника на 10; 7 і 7% відповідно проти варіантів із самостійним внесенням Діазобактерину. Поряд з тим найвищий вміст хлорофілів *a* і *b* у листках гречки відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Діазобактерину (150; 175; 200 мл) із Радостимом (250 мл/т) за наступного обприскування посівів Радостимом (50 мл/га), що на 26; 30 і 28% перевищувало показники в контролі та на 16; 18 і 15% було вищим за показники у варіантах з окремою обробкою насіння перед сівбою сумішшю Діазобактерину і Радостиму.

Подібна залежність із вмістом зелених пігментів була відмічена і в 2011 та 2012 рр. досліджень. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту хлорофілу у пігментному комплексі формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин і Радостим та обробки посівів Радостимом, де перевищення контрольного варіанту складало 26–30% відповідно.

Аналіз одержаних даних із вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках гречки продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних норм Діазобактерину та способів внесення Радостиму і в фазу початку цвітіння

рослин (табл. 2.7). Так, у 2010 р. за дії Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках гречки збільшувався відносно контролю на 0,090; 0,107 і 0,098 % на суху речовину. За комплексного використання Діазобактерину 150; 175 і 200 мл з Радостимом 250 мл/т перевищення за вмістом суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 0,116; 0,150 і 0,163 % на суху речовину. Проте найвищі показники вмісту хлорофілу в листках гречки були відмічені за сумісного використання для передпосівної обробки насіння Діазобактерину 150; 175 і 200 мл з Радостимом 250 мл/т за наступного обприскування вегетуючих рослин Радостимом 50 мл/га, де перевищення контролю складало 0,347; 0,403 і 0,388 % на суху речовину.

Подібні залежності у формуванні пігментного комплексу у фазі початку цвітіння були відмічені і в 2011 та 2012 рр.

У середньому за три роки досліджень найактивніше нагромадження хлорофілів відбувалося у варіантах за комплексного застосування препаратів Діазобактерину в нормах 150; 175; 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, де перевищення за вмістом хлорофілів *a+b* відносно контролю складало 27; 30 і 29%.

З метою більш ретельного з'ясування дії досліджуваних препаратів на формування пігментного комплексу гречки нами в 2012 р. було проведено експериментальні дослідження у суворо контрольованих умовах (табл. 2.8)

Результати виконаних досліджень засвідчили, що за використання Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл вміст хлорофілу *a* в листках гречки у відношенні до контролю зростав на 0,054; 0,095 та 0,142 мг/г сирої маси, хлорофілу *b* – 0,011; 0,026 та 0,031 мг/г сирої маси, у цілому сума хлорофілів *a* і *b* перевищувала контроль на 9; 17 та 25% відповідно.

За сумісного застосування Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл з Радостимом 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми із наростанням норми внесення Діазобактерину зростали і перевищення відносно контролю коливалось у межах: 30–52% – для хлорофілу *a*; 17–35% – для хлорофілу *b*; 27–49% – для суми хлорофілів *a* і *b*.

Таблиця 2.7

**Вміст суми хлорофілів *a* і *b* в листках гречки за дії МБП
Діазобактерин та РРР Радостим
(% на суху речовину, фаза початку цвітіння)**

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,305	1,431	1,105	1,280
Діазобактерин 150 мл	1,395	1,532	1,163	1,363
Діазобактерин 175 мл	1,412	1,562	1,196	1,390
Діазобактерин 200 мл	1,403	1,587	1,206	1,399
Радостим 250 мл/т	1,396	1,487	1,175	1,353
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	1,421	1,554	1,210	1,395
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	1,455	1,587	1,226	1,423
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	1,468	1,602	1,247	1,436
Радостим 50 мл/га	1,410	1,562	1,239	1,404
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	1,523	1,642	1,274	1,479
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	1,564	1,653	1,297	1,505
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	1,579	1,674	1,312	1,522
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	1,497	1,662	1,285	1,481
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,652	1,820	1,396	1,622
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,708	1,863	1,435	1,669
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,693	1,846	1,408	1,649
<i>НІР</i> ₀₅	0,20	0,21	0,15	

Використання Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл для обробки насіння з наступною обробкою посівів Радостимом 50 мл/га забезпечило дещо нижчі показники вмісту хлорофілів у листках гречки відносно комплексного застосування МБП і РРР для передпосівної обробки насіння, проте їх перевищення відносно контролю для хлорофілу *a* становило у межах 13–29%; для хлорофілу *b* – 13–28%, суми хлорофілів *a* і *b* – 13–29%.

Найвищі показники з вмісту хлорофілів простежувались в листках гречки за використання Діазобактерину 150; 175 і 200 мл сумісно з Радостимом 250 мл/т та з наступним обприскуванням посівів Радостимом 50 мл/га, де перевищення контролю складало: 0,210; 0,345 і 0,373 мг/г сирової маси – для хлорофілу *a*; 0,044; 0,052 і 0,056 мг/г сирової маси – для хлорофілу *b* та – 0,254; 0,397 і 0,429 мг/г сирової маси – для суми хлорофілів *a+b* за НІР₀₁ відповідно 0,048; 0,011 та 0,040 мг/г сирової маси.

Таблиця 2.8

**Вміст пігментів у листках гречки за використання МБП
Діазобактерин та РРР Радостим
(мг/г сирової речовини, 20 доба після обробки рослин Радостимом)**

Варіант досліджу	Хл _a	Хл _b	Хл _(a+b)	Сума каротиноїдів
Без застосування препаратів (контроль)	0,558	0,141	0,699	0,121
Діазобактерин 150 мл	0,612	0,152	0,764	0,125
Діазобактерин 175 мл	0,653	0,167	0,820	0,127
Діазобактерин 200 мл	0,700	0,172	0,872	0,130
Радостим 250 мл/т	0,620	0,148	0,768	0,130
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	0,724	0,165	0,889	0,133
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	0,812	0,183	0,995	0,140
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	0,850	0,190	1,040	0,144
Радостим 50 мл/га	0,600	0,145	0,745	0,123
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	0,631	0,160	0,791	0,130
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	0,673	0,171	0,844	0,135
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	0,722	0,180	0,902	0,135
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	0,650	0,160	0,810	0,133
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	0,768	0,185	0,953	0,140
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	0,903	0,193	1,096	0,145
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	0,931	0,197	1,128	0,156
НІР ₀₁	0,048	0,011	0,040	0,003

Дані з вмісту хлорофілів у листках гречки, одержані в суворо контрольованих умовах, 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 бактерій МБП, з іншого боку, безпосереднім стимулювальним впливом РРР на синтез даних сполук. Ці припущення узгоджуються з даними інших дослідників [39, 173, 185].

Щодо вмісту каротиноїдів у листках гречки, то в усіх варіантах досліду їх вміст перевищував контроль, а в варіантах Діазобактерин 150; 175 і 200 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га він був найвищим і у відсотковому відношенні до контролю складав 15–29%. Ці дані узгоджуються з даними інших вчених [190], які також простежували зростання в листках рослин під впливом РРР і МБП вмісту каротиноїдів, що розглядається як одна з адаптивних ознак рослин у захисті реакційних центрів фотосистем від деструктивної дії АФК під час інтенсифікації обмінних процесів у рослинах.

Отже, сумісне використання Діазобактерину і Радостиму для обробки насіння перед сівбою та обприскування посівів Радостимом по сходах забезпечує суттєве зростання вмісту пігментів у пігментному комплексі листків гречки, 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.

2.3. Інтенсивність дихання

Процес дихання займає провідне місце у комплексі обмінних процесів рослинного організму, оскільки завдяки йому здійснюється безперервний газообмін рослини з навколишнім середовищем. У цілому, дихання є джерелом енергетичних і відновлювальних зв'язків, необхідних для росту і розвитку рослини, проходження різних синтетичних реакцій, поглинання елементів

мінерального живлення, транспорту асимілятів. Тому інтенсивність дихання рослини є важливим показником енергетичного забезпечення рослинного метаболізму, що впливає на продукційний процес [192].

Результати проведених досліджень показали, що різні норми мікробного препарату Діазобактерин та способи застосування регулятора росту рослин Радостим накладали свій вплив на інтенсивність дихання рослин гречки, що є свідченням регулювання процесів біологічного окиснення. Так, аналізуючи інтенсивність дихання рослин гречки у фазу галуження стебла у 2010 р. можна констатувати, що з наростанням норми використання для передпосівної обробки насіння Діазобактерину до 200 мл вона зростала до 5%; за використання Діазобактерину в нормі до 200 мл в суміші з Радостимом (250 мл/т) – до 17%.

У разі використання для передпосівної обробки насіння гречки Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл з наступною обробкою вегетуючих рослин РРР Радостим у нормі 50 мл/га інтенсивність дихання перевищувала контрольні показники відповідно на 9–12%, у той час як за комплексного використання препаратів – Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим у нормі 250 мл/т + Радостим у нормі 50 мл/га – на 20–25%.

Подібні дані з залежності інтенсивності дихання рослин гречки були відмічені в варіантах досліду в 2011–2012 рр. досліджень.

У середньому за 2010–2012 рр. досліджень передпосівна інокуляція насіння МБП Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл на гектарну норму насіння сприяла зростанню інтенсивності дихання рослин гречки на 3; 4 та 7% відповідно до норм препарату проти контролю (рис. 2.1).

За сумісного використання для обробки насіння перед сівбою Діазобактерину у нормах від 150 до 200 мл з Радостимом у нормі 250 мл/т спостерігалось підвищення інтенсивності дихання рослин у порівнянні із контрольним варіантом на 13–18% та 10–15% – у відношенні варіанту окремої дії Радостиму у нормі 250 мл/т. Одержані дані можуть опосередковано свідчити про зростання активності синтезу в процесі дихання рослин гречки макроенергетичних сполук АТФ та НАДФ*Н₂.

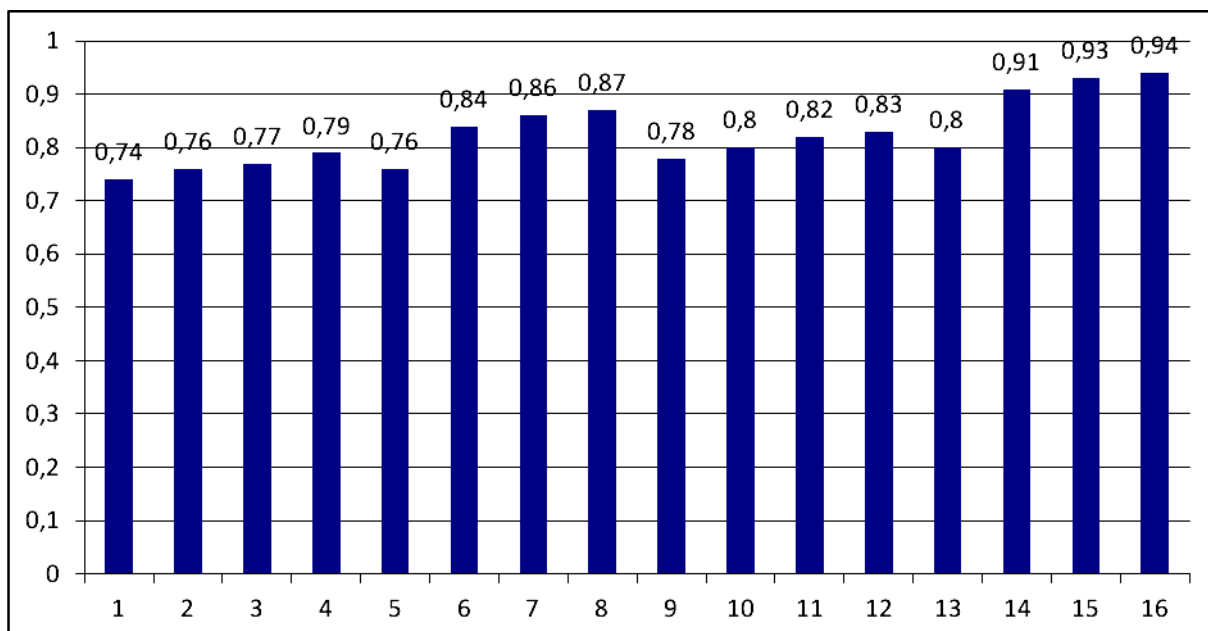


Рис. 2.1. Інтенсивність дихання рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та PPP Радостим, мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину (фаза галуження стебла, середнє за 2010–2012рр.)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

Зростання інтенсивності дихання на 5% у порівнянні з контролем спостерігалось за внесення у посівах PPP Радостим у нормі 50 мл/га.

Застосування Радостиму на фоні обробки насіння Діазобактерином у нормах 150–200 мл підвищувало інтенсивність дихання рослин до 0,80–0,83 мг виділеного CO₂/г сирової маси за 1 годину, що перевищувало контроль на 8–12%.

За комплексного застосування Радостиму, а саме обробка насіння та обприскування рослин, інтенсивність дихання перевищувала показники контролю на 8%. 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 гречки було відмічено за використання Діазобактерину у нормі 200 мл у суміші з Радостимом у нормі 250 мл/т для обробки насіння та обприскування посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, що забезпечило перевищення контрольного показника на 27%.

Вивчаючи інтенсивність дихання у наступні фази вегетації, а саме в фазу початку цвітіння гречки, то в порівнянні із попередньою фазою розвитку рослин можна констатувати значне зростання даного показника. Очевидно, це є наслідком підвищення активності проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах. Так, у фазу початку цвітіння рослин гречки показники інтенсивності дихання в контролі відносно років 2010; 2011 та 2012 р. перевищували аналогічні показники у ці ж роки в фазу галуження стебла на 0,25; 0,29 та 0,27 мг CO₂/г сирої маси за 1 годину.

За використання Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл для передпосівної обробки насіння інтенсивність дихання рослин гречки у 2010 р. перевищувала контрольний показник на 0,04; 0,06 та 0,07 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину відповідно за НІР₀₅ 0,04 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину.

Використання комплексної обробки насіння гречки перед сівбою, Діазобактерин 150; 175; 200 мл + Радостим 250 мл/т, забезпечило перевищення контрольного показника на 0,13; 0,15 та 0,18 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину, а обробка посівів Радостимом у нормі 50 г/га на фоні використання комплексу цих препаратів – на 0,20; 0,21 та 0,23 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину відповідно за НІР₀₅ 0,04 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину.

У середньому за 2010–2012 рр. використання Діазобактерину (150–200 мл) для обробки насіння сприяло зростанню досліджуваного показника на 4%, а за обробки насіння сумішшю Діазобактерину з Радостимом – на 15% проти контролю (рис. 2.2).

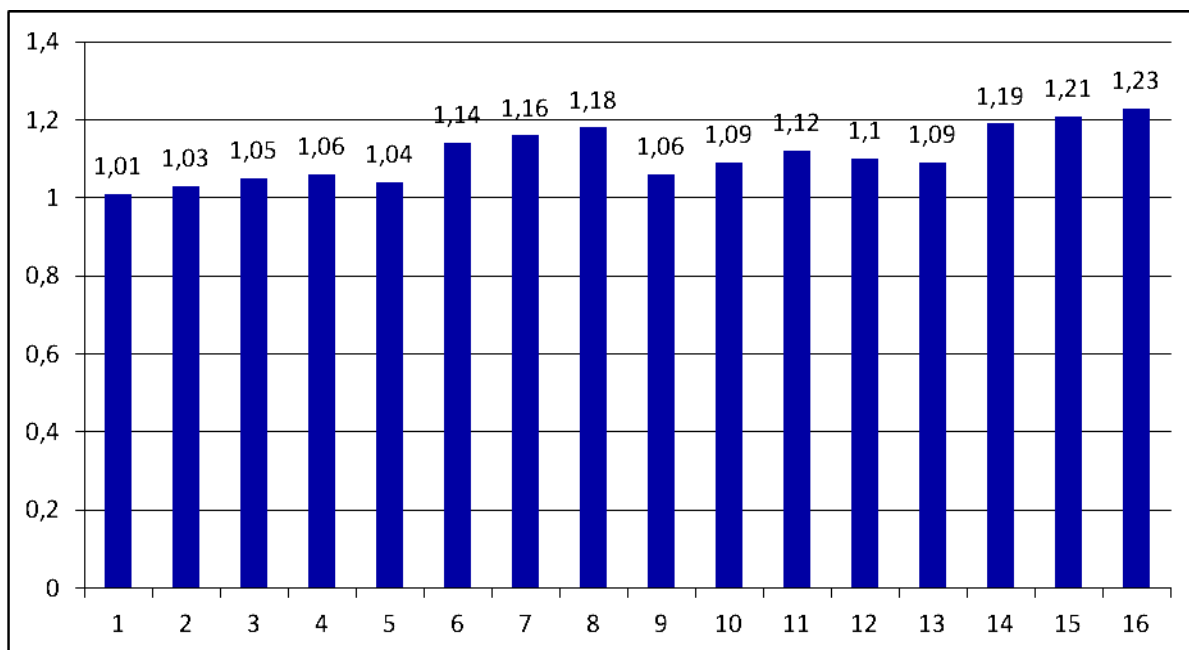


Рис. 2.2. Інтенсивність дихання рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину (фаза початку цвітіння, середнє за 2010–2012рр.)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

Поєднання технологічних прийомів, а саме передпосівної обробки насіння Діазобактерином у нормі 150–200 мл та обробки посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, забезпечило зростання інтенсивності дихання у порівнянні із варіантом окремої дії на посіви Радостиму в нормі 50 мл/га на 3–6% та – 8–11% – проти контролю.

Істотне зростання показника інтенсивності дихання відмічено у варіантах досліді з сумісним застосуванням препаратів Діазобактерин і Радостим для обробки насіння та внесення по даному фону Радостиму. Так, за даного

поєднання препаратів за норми Діазобактерину 200 мл показник інтенсивності дихання перевищував контрольний варіант на 22%.

Узагальнений розрахунок за індикаторною ознакою «інтенсивність дихання» засвідчив тісний взаємозв'язок даних показників з активністю антиоксидантних ферментів ($r=0,83$), які є активними та невід'ємними учасниками даного процесу.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити однозначний висновок про зростання інтенсивності дихання в рослинах гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим. Проте найбільш інтенсивний перебіг даного процесу простежується за комплексного використання препаратів: Діазобактерин (обробка насіння) + Радостим (обробка насіння) + Радостим (обробка посівів). Оскільки дихання є головною ланкою обміну речовин, завдяки якому проходить мобілізація продуктів фотосинтезу та їх активація в клітинному та енергетичному відношеннях, можна стверджувати, що зростання інтенсивності дихання в рослинах гречки за дії МБП і РРР відображає загальноновизнаний взаємозв'язок: фотосинтез → асиміляти → дихання → ріст та підтверджує важливість участі в ростових процесах двох головних циклів – фотосинтезу й дихання, на що вказують й інші вчені [193].

2.4. Анатомо-морфологічні зміни в листковому апараті

Формування анатомо-морфологічних особливостей листкового апарату залежить від низки чинників, у тому числі, як свідчать окремі літературні джерела, і від мікробних препаратів та регуляторів росту рослин [194], 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 [194, 195].

Стан анатомо-морфологічної структури різних сільськогосподарських рослин на тканинному і клітинному рівнях та зміни, що виникають у них під

впливом екзогенної регуляції різної спрямованості дії, досліджували багато вчених [196–200].

Нині відомо, що РРР підвищують мітотичну активність рослинних меристем [227]. Подібні дані одержані В. П. Патиною та ін. [202–205] за використання у посівах сільськогосподарських культур мікробних препаратів, у тому числі й на основі штамів асоціативних азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних бактерій (Агат-25К, Діазофіт, Флавобактерин та ін.). Зокрема встановлено, що інокуляція рослин пшениці ярої діазотрофами роду *Azospirillum* сприяє збільшенню розмірів клітин мезофілу і кількості хлоропластів у них [206]. Все це свідчить про високу ефективність біопрепаратів у формуванні функціонально активного органу рослини – листового апарату, від якого напряму залежить фотосинтетична продуктивність посівів.

На жаль, малодослідженими є анатомічні зміни листового апарату різних зернових культур, у тому числі й гречки, за використання для обробки насіння й рослин комплексів мікробних і рістстимулювальних препаратів. Тому важливим було з'ясувати розрізнену й комплексну дію МБП і РРР на формування епідермальної структури листків гречки, оскільки саме епідерміс є тканиною, що відображає початкову глибинність дії того чи іншого чинника.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за використання передпосівної обробки насіння гречки МБП Діазобактерин як окремо, так і в сумішах з Радостимом, кількість клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка дещо зменшувалася у порівнянні до контролю, проте одночасно спостерігалось збільшення їх площі. Так, аналізуючи кількість клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка у 2010 р. за обробки насіння МБП Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл, можна констатувати, що їх кількість зменшувалася до контролю на 3–5 шт./мм² відповідно (табл. 2.9). За використання цих же норм Діазобактерину сумісно з РРР Радостим для обробки насіння перед сівбою їх кількість на 1 мм² поверхні листка у порівнянні з контролем зменшувалася на 13–17 шт./мм².

Таблиця 2.9

Анатомічна будова епідермісу листків гречки за використання мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим, 2010 р.

Варіант досліду	Кількість клітин, шт./мм ²	Площа однієї клітини, мкм ²	Середня довжина продихової щілини, мкм
Без застосування препаратів (контроль)	362	1274	36,8
Діазобактерин 150 мл	358	1339	37,5
Діазобактерин 175 мл	359	1353	37,8
Діазобактерин 200 мл	357	1386	38,4
Радостим 250 мл/т	360	1318	37,1
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	348	1512	40,2
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	345	1550	41,3
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	349	1578	41,7
Радостим 50 мл/га	359	1364	38,3
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	356	1410	38,9
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	354	1463	39,5
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	351	1495	39,8
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	357	1381	38,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	343	1629	42,4
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	332	1684	43,0
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	330	1701	44,6
НІР ₀₅	15	96	1,6

Водночас зменшення кількості клітин епідермісу листків гречки за використання Діазобактерину і Радостиму супроводжувалося збільшенням їх площі. Так, якщо за дії Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл площа клітин збільшувалась відносно контролю на 65; 79 і 112 мкм² відповідно, то у варіантах досліду із внесенням тих же норм мікробного препарату в сумішах із Радостимом – на 238; 276 і 304 мкм² за НІР₀₅ 96 мкм².

Збільшення площі клітин епідермісу листків за сумісного використання біологічних препаратів для обробки насіння супроводжувалося зростанням

середньої довжини продихової щілини. Так, за дії Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл + Радостим у нормі 250 мл/т середня довжина продихової щілини зростала відносно контролю на 3,4; 4,5 і 4,9 мкм, а порівняно з варіантом самостійного внесення Радостиму 250 мл/т – на 3,1; 4,2 і 4,6 мкм відповідно.

За використання регулятора росту рослин для обробки посівів як окремо, так і на фоні передпосівного обробітку насіння мікробним препаратом, кількість клітин епідермісу листків гречки у порівнянні з контролем зменшувалася на 1–4%, але одночасно відмічалось збільшення їх розмірів. Так, у варіантах де використовували Радостим (50 мл/га) на фоні дії Діазобактерину (у нормах 150–200 мл) площа клітин збільшувалася на 46–78 мкм² проти варіанту із самостійним внесенням Радостиму (50 мл/га). Збільшення площі епідермальних клітин супроводжувалося збільшенням середньої довжини продихової щілини.

Зокрема в даних варіантах досліді цей показник зростав на 6–8% проти контролю та – 1–4% проти варіанту з окремим внесенням регулятора росту рослин Радостим.

За комбінованого застосування Радостиму для обробки насіння перед сівбою (250 мл/т) і внесення по вегетуючих рослинах (50 мл/га) також простежувалось зменшення кількості клітин епідермісу листків гречки. Разом з тим площа клітин у вищезгаданому варіанті досліді перевищувала контроль на 107 мкм², а середня довжина продихової щілини – на 5%.

Дещо більша площа клітин була відмічена у варіантах досліді за використання для обробки насіння суміші Діазобактерину (150; 175; 200 мл) й Радостиму (250 мл/т) з наступним обприскуванням посівів гречки Радостимом (50 мл/га), де у порівнянні з варіантами Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) площа клітин збільшувалася на 117; 134; 123 мкм², а середня довжина продихової щілини – на 2–7% відповідно. Ці ж варіанти досліді у порівнянні з контролем забезпечили збільшення площі клітин на 28–34% і довжини продихової щілини – на 15–21% відповідно.

Аналогічна залежність впливу МБП Діазобактерин і РРР Радостим на формування анатомічної будови листків рослин гречки простежувалась і в 2011 та 2012 роках досліджень (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Анатомічна будова епідермісу листків гречки за використання мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим, 2011 р.

Варіант досліджу	Кількість клітин, шт./мм ²	Площа однієї клітини, мкм ²	Середня довжина продихової щілини, мкм
Без застосування препаратів (контроль)	337	1186	30,6
Діазобактерин 150 мл	334	1350	31,1
Діазобактерин 175 мл	333	1364	31,8
Діазобактерин 200 мл	334	1371	32,0
Радостим 250 мл/т	336	1213	31,4
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	330	1491	33,1
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	329	1495	33,8
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	328	1503	34,0
Радостим 50 мл/га	333	1361	32,0
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	331	1421	33,0
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	329	1434	33,7
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	330	1439	33,9
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	332	1394	32,4
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	325	1598	34,8
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	323	1634	35,5
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	321	1639	35,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>19</i>	<i>104</i>	<i>2,3</i>

Так, у 2011 році встановлено, що зі збільшенням норми витрати Діазобактерину для обробки насіння від 150 до 200 мл кількість клітин епідермісу на 1 мм² зменшувалася відносно контролю на 3–4 шт./мм². Однак більша площа клітин епідермісу за меншого їх числа на поверхні листків гречки

формувалася за сумісного використання для обробки насіння МБП Діазобактерин (150; 175; 200 мл) та РРР Радостим (250 мл/т), що перевищувало контроль на 305; 309; 317 мкм² відповідно при HP_{05} 104 мкм², а середня довжина продихової щілини у даних варіантах дослідів перевищувала контроль на 8–11%.

За використання у посівах гречки РРР Радостим у нормі 50 мл/га також було виявлено зменшення кількості клітин епідермісу листків, проте їх площа відповідно контролю збільшувалась на 15%, а при внесенні Радостиму на фоні передпосівної обробки насіння МБП Діазобактерин (150; 175; 200 мл) – на 20–21% до контролю та – 4–6% – проти варіанту з окремою дією на посіви Радостиму.

Найбільше зростання площі однієї клітини епідермісу листків рослин гречки спостерігалось за комплексного застосування для обробки насіння Діазобактерину і Радостиму з наступним обприскуванням посівів Радостимом. Зокрема, у цих варіантах дослідів площа клітин перевищувала контроль на 35–38%, а середня довжина продихової щілини – 4–16%.

Зменшення числа клітин епідермісу листків гречки з одночасним зростанням їх площі простежувалося і в дослідженнях 2012 року (табл. 2.11).

Так, у варіантах дослідів із сумісним застосуванням Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл на гектарну норму насіння з Радостимом у нормі 250 мл/т перевищення площі однієї клітини епідермісу відносно контролю складало відповідно на 222; 235; 257 мкм² та – 197; 210; 232 мкм² – проти варіантів дослідів з окремою дією Радостиму в нормі 250 мл/га за HP_{05} 85 мкм².

Значне зростання кількості клітин спостерігалось за сумісного застосування Діазобактерину (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) з наступною обробкою вегетуючих рослин Радостимом (50 мл/га). Дана композиція забезпечила зростання площі однієї клітини відносно контролю на 27–33%, при цьому середня довжина продихової щілини збільшилась на 19–21%.

Таблиця 2.11

**Анатомічна будова епідермісу листків гречки за використання
мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин
Радостим, 2012р.**

Варіант досліджу	Кількість клітин, шт./мм ²	Площа однієї клітини, мкм ²	Середня довжина продихової щілини, мкм
Без застосування препаратів (контроль)	342	1167	28,7
Діазобактерин 150 мл	328	1194	30,2
Діазобактерин 175 мл	333	1200	31,1
Діазобактерин 200 мл	331	1202	31,6
Радостим 250 мл/т	325	1192	30,1
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	331	1389	32,2
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	330	1402	33,0
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	329	1424	32,0
Радостим 50 мл/га	331	1209	31,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	325	1344	31,9
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	323	1363	32,3
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	321	1381	31,6
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	325	1356	33,3
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	318	1487	33,5
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	314	1525	34,0
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	307	1553	34,7
<i>НІР₀₅</i>	23	82	2,2

Для з'ясування глибини впливу досліджуваних препаратів на формування анатомічної структури листків гречки було розраховано коефіцієнт морфоструктури (Км), запропонований В. П. Карпенком [173]. Як свідчить методика розрахунків, чим менше значення Км, тим оптимальний за морфоструктурою листовий 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.

Розрахунки Км засвідчили, що в середньому за 2010–2012 рр. ці показники в варіантах Діазобактерин 150; 175 і 200 мл складали 0,98–1,0, Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т – 0,97; Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га – 0,92–0,95. Одержані дані демонструють забезпечення найбільш сприятливих умов для формування анатомічної структури листкового апарату гречки мезоморфного типу за використання у посівах комплексу препаратів – МБП (обробка насіння) + РРР (обробка насіння) + РРР (обробка посівів).

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу випливає, що мікробний препарат Діазобактерин, внесений як роздільно, так і в сумішах із регулятором росту рослин Радостим, накладає істотний відбиток на формування анатомічної структури листкового апарату рослин гречки. За використання Діазобактерину і Радостиму простежується зменшення числа клітин епідермісу на одиниці поверхні листка, але при цьому значно зростає їх площа. Оптимальний за анатомічною структурою листковий апарат рослин гречки формується за комплексного використання Діазобактерину і Радостиму для передпосівної обробки насіння з наступним обприскуванням посівів Радостимом. Все це може свідчити про позитивний вплив комплексу біологічних препаратів на проходження у рослинах гречки фізіолого-біохімічних процесів, спрямованість та інтенсивність яких визначає формування анатомічної структури листкового апарату мезоморфного типу з Км 0,92–0,95.

2.5. Формування площі листкового апарату

Фотосинтез є джерелом формування біомаси рослин, проте, як складний багатогранний процес, він залежить від низки чинників навколишнього природного середовища та сформованої площі фотоактивної асиміляційної поверхні. Розмір площі листкового апарату рослин напряду залежить від

загального розвитку рослинного організму та умов вирощування. Оптимальна за розмірами площа листків забезпечує повніше поглинання світла, раціональніше продукування рослинами органічної речовини та сприяє кращому газообміну.

Літературні дані свідчать [207–212] про можливість керування продукційним процесом багатьох сільськогосподарських культур за рахунок використання біологічних препаратів. Так, за даними досліджень В. І. Горщара [213], за дії біологічно активних речовин ячмінь ярий формує найбільшу площу листового апарату, яка у фазу виходу рослин у трубку на 9–12% перевищує контроль. Це свідчить про можливість цілеспрямованого впливу на розвиток листової поверхні рослин та їх врожайність.

Дослідженнями І. Б. Леонтюк [214] доведено, що обробка насіння пшениці озимої РРР Біолан та Радостим у поєднанні із посходовим внесенням цих же препаратів позитивно впливає на формування рослинами фотосинтетичного апарату. Зокрема, у варіанті, де насіння перед сівбою обробляли Радостимом у нормі 250 мл/т та обприскували посіви композицією Біолан 25 мл/га + Калібр 45 г/га, кількість листків з розрахунку на одну рослину збільшувалась на 42%, а їх площа – на 32% проти контролю. Тому спостереження за фітометричними параметрами посівів сільськогосподарських культур, у тому числі й наростанням площі листового апарату, є досить важливими та актуальними.

Результати проведених нами досліджень показали, що під впливом різних норм МБП Діазобактерин та способів застосування РРР Радостим формувалася різна за площею асиміляційна поверхня рослин гречки (табл. 2.12). Так, за використання для передпосівної обробки насіння гречки Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл площа листової поверхні у фазу галуження стебла перевищувала контроль на 0,8; 2,0 та 2,5 см²; за використання для передпосівної обробки насіння цих же норм Діазобактерину з Радостимом 250 мл/т – 6,1; 7,4 та 6,9 см²; за використання для передпосівної обробки насіння Діазобактерину в нормах 150; 175 і 200 мл та за наступної обробки посівів Радостимом 50 мл/га – 3,4; 4,7 та 6,0 см²; за комплексного застосування

препаратів Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га – 9,2; 10,5 та 10,9 см² і НІР₀₅ 3,0 см².

Таблиця 2.12

Площа листків рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим (фаза галуження стебла, см²/рослину)

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	51,8	55,7	45,4	50,9	100
Діазобактерин 150 мл	52,6	56,0	46,3	51,6	102
Діазобактерин 175 мл	53,8	56,4	46,9	52,4	103
Діазобактерин 200 мл	54,3	57,7	47,4	53,1	104
Радостим 250 мл/т	52,8	56,1	46,5	51,8	102
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	57,9	62,8	49,2	56,6	111
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	59,2	63,7	50,7	57,9	114
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	58,7	64,2	49,9	57,6	113
Радостим 50 мл/га	53,5	57,3	47,0	52,6	103
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	55,2	59,0	47,1	53,8	106
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	56,5	59,5	47,5	54,5	107
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	57,8	60,3	48,3	55,5	109
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	55,4	58,1	48,1	53,8	106
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	61,0	65,9	51,4	59,4	117
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	62,3	67,8	53,7	61,3	120
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	62,1	68,0	53,8	61,3	120
НІР ₀₅	3,0	2,9	2,1		

Такі ж закономірності у формуванні листкового апарату гречки простежувались і в 2011 та 2012 рр. Проте, необхідно відмітити, що площа листків гречки у фазу галуження стебла в варіантах досліджу була меншою, ніж у 2011 та 2010 рр., що узгоджується з менш сприятливими для рослин гречки за

вологозабезпеченістю погодними умовами 2012 р. Разом з тим у 2012 р. найбільший листковий апарат рослини гречки формували за передпосівної обробки насіння Діазобактерином 150; 175 і 200 мл у суміші з Радостимом 250 мл/т за наступного обприскування посівів Радостимом 50 мл/га, що перевищувало контроль на 6,0; 8,3 та 8,4 см² за НІР₀₅ 2,1 см².

У фазу початку цвітіння рослин гречки площа листків у порівнянні до фази галуження стебла значно зростала (табл. 2.13). Так, якщо в 2010, 2011 та 2012 рр. у фазу галуження стебла гречки площа листків у контролі становила 51,8; 55,7 та 45,4 см² відповідно, то у фазу початку цвітіння – 70,2; 73,4 та 67,4 см². Найактивніше формування листкової поверхні гречки у фазу початку цвітіння проходило за обробки насіння Діазобактерином 150; 175 і 200 мл у суміші з Радостимом 250 мл/т, де перевищення до контролю складало у 2010 р. – 19–22%, у 2011 р. – 17–20%, у 2012 р. – 13–15% та за обробки насіння перед посівом цими ж сумішами з наступним обприскуванням рослин Радостимом 50 мл/га, де перевищення контролю відносно років складало 28–31%; 23–26% та 18–23%.

У фазу формування рослинами гречки плодів найвищий приріст листкової поверхні було відмічено у варіантах Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, де перевищення відповідно контролю у 2010 р. складало 16,0; 16,9 та 17,3 см²; 15,0; 16,3 та 16,6 – у 2011р. та 12,2; 14,1 і 13,8 см² – у 2010 р. за НІР₀₅ 3,0; 3,5 і 5,5 см² відповідно (табл. 2.14).

У середньому за три роки досліджень при передпосівній обробці насіння гречки МБП Діазобактерин у нормі 150 мл на гектарну норму насіння, площа листків однієї рослини у фазу галуження стебла перевищувала контрольний варіант на 2%, при збільшенні норми біопрепарату до 175 і 200 мл наростання площі листкової поверхні зростало на 3 і 4% відповідно до контролю (табл. 2.12).

При аналізі площі листкової поверхні в середньому за три роки досліджень у наступні фази вегетації, а саме початку цвітіння та формування плодів (див. табл. 2.13; 2.14) у варіантах із передпосівною обробкою насіння Діазобактерином зі збільшенням норми від 150 до 200 мл також спостерігалось

активне формування площі листків, де перевищення показників відносно контролю становило 6–9% і 7–11% відповідно до фази розвитку.

Таблиця 2.13

Площа листків рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим (фаза початку цвітіння, см²/рослину)

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	70,2	73,4	67,4	70,4	100
Діазобактерин 150 мл	74,2	79,2	69,4	74,3	106
Діазобактерин 175 мл	76,5	80,9	70,3	75,9	108
Діазобактерин 200 мл	77,4	81,4	71,7	76,8	109
Радостим 250 мл/т	73,2	77,4	69,8	73,5	104
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	83,7	86,2	76,3	82,1	117
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	84,5	87,0	78,0	83,2	118
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	85,3	88,3	77,5	83,7	119
Радостим 50 мл/га	75,8	79,2	71,3	75,4	107
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	79,7	83,3	72,1	78,4	111
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	81,5	84,2	73,7	79,8	113
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	80,7	85,0	75,0	80,2	114
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	78,3	81,7	74,2	78,1	111
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	89,7	90,6	79,4	86,6	123
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	91,6	91,9	81,5	88,3	125
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	92,3	92,5	82,9	89,9	127
<i>НІР₀₅</i>	4,7	4,1	3,0		

Сумісне використання Діазобактерину з Радостимом для обробки насіння сприяло зростанню площі листків рослин гречки у порівнянні з контролем на 11–14% – у фазу галуження стебла; 17–19% – у фазу цвітіння та на 15–18% – у фазу формування плодів. Активне наростання асиміляційної поверхні у варіантах досліджу засвідчило позитивний вплив даних композицій препаратів на

проходження у рослинах фізіолого–біохімічних процесів, що підтверджуються нашими попередніми дослідженнями.

При обприскуванні посівів РРР Радостим у нормі 50 мл/га площа листової поверхні рослин гречки у фазу галуження стебла зростала відповідно контролю на 3%, у фазу цвітіння та формування плодів – на 7 і 9 % відповідно.

Таблиця 2.14

Площа листків рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим (фаза формування плодів, см²/рослину)

Варіант досліджу	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	62,7	65,3	59,4	62,5	100
Діазобактерин 150 мл	67,1	70,8	63,5	67,1	107
Діазобактерин 175 мл	68,3	72,5	64,3	68,3	109
Діазобактерин 200 мл	69,5	73,1	65,2	69,2	111
Радостим 250 мл/т	66,5	71,6	63,2	67,1	107
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	74,6	76,0	65,9	72,2	115
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	76,5	77,3	67,7	73,8	118
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	75,3	78,8	66,4	73,5	117
Радостим 50 мл/га	67,9	72,2	64,9	68,3	109
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	70,4	74,4	68,5	71,1	114
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	72,0	76,1	69,6	72,5	116
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	73,7	75,2	70,3	73,1	117
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	71,6	73,7	67,3	70,8	113
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	78,7	80,3	71,6	76,9	123
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	79,6	81,6	73,5	78,2	125
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	80,0	81,9	73,2	78,3	125
<i>НІР₀₅</i>	3,0	3,5	5,5		

За обробки посівів Радостимом по фоні дії Діазобактерину у нормах від 150 до 200 мл площа асиміляційної поверхні рослин гречки збільшувалася у

відношенні до контролю у фазу галуження стебла на 6–9%, у фазу цвітіння – 11–14% та у фазу формування плодів – на 13–17%, а проти варіанту окремої дії на посіви Радостиму у нормі 50 мл/га на 3–6% – у фазу галуження стебла, на 4–7% – у фазу початку цвітіння та на 7–8% – у фазу формування плодів.

Значний приріст листкової поверхні рослин гречки у середньому за три роки було відмічено також за комплексного застосування регулятора росту рослин Радостим. Так, у варіанті Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га площа листків однієї рослини перевищувала контроль на 6% – у фазу галуження стебла, на 11 і 13% – у фази початку цвітіння та формування плодів відповідно.

Значно активніше наростання листкової поверхні рослин гречки спостерігалось за поєднання передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів з наступним обприскуванням посівів РРР. Так, за комплексного використання препаратів для обробки насіння (Діазобактерин 150; 175 і 200 мл + Радостим 250 мл/т) та наступної обробки посівів РРР (Радостим у нормі 50 мл/га) площа листків однієї рослини становила: у фазу галуження стебла – 59,4; 61,3 і 61,3 см² відповідно, у фазу цвітіння – 86,6; 88,3 і 89,9 см² та у фазу формування плодів – 76,9; 78,2 і 78,3 см² відповідно, що в середньому на 20–30% перевищувало контрольні показники. Все це свідчить про покращення умов росту і розвитку рослин гречки, як за рахунок стимулювальних властивостей РРР, так і поліпшення умов живлення з боку мікробного препарату, що в цілому вплинуло на формування фотоактивної асиміляційної поверхні посівів.

Таким чином, одержаний експериментальний матеріал демонструє залежність формування площі листового апарату рослин гречки від застосування досліджуваних препаратів. Разом з тим найбільша площа листового апарату гречки формується за комплексного застосування препаратів – МБП Діазобактерин (150–200 мл – обробка насіння) + РРР Радостим (250 мл/т – обробка насіння) + РРР Радостим (50 мл/га – обробка вегетуючих рослин). Це дає підставу стверджувати, що комплексне використання МБП Діазобактерин і РРР Радостим оптимально впливає на проходження обмінних процесів у рослинах, які зумовлюють активізацію

ростових процесів окремих тканин і органів, у тому числі й листків. Формування в даних варіантах досліджу найбільшої площі листкового апарату узгоджується з оптимальною анатомічною структурою листків, у тому числі й Км. Між формуванням площі листкового апарату й Км встановлена тісна кореляційна залежність ($r=0,88$).

2.6. Динаміка ростових процесів гречки

Формування високопродуктивних агрофітоценозів відбувається через складний комплекс пов'язаних між собою фізіолого-біохімічних та ростових процесів рослини. Проте інтенсивність ростових процесів упродовж вегетації залежить від співвідношення комплексу зовнішніх чинників, у тому числі – структури ґрунту, вологи, світла, температурного режиму, поживних речовин тощо [215].

В умовах сучасного розвитку сільського господарства можливе зменшення негативної дії чинників навколишнього середовища за рахунок використання контрольованих елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур [216], у тому числі й біологічних препаратів.

Ряд вчених у своїх дослідженнях відмічають позитивний вплив екзогенних фітогормонів на ріст і розвиток окремих органів та рослин у цілому [217–220]. У той же час актуальним питанням залишається дослідження динаміки ростових процесів основних сільськогосподарських культур, у тому числі й гречки, упродовж вегетаційного періоду за комплексної дії біологічних препаратів. Тому в завдання наших досліджень входило вивчення впливу різних норм МБП Діазобактерин і способів застосування РРР Радостим на формування рослинами гречки висоти.

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння гречки мікробного препарату Діазобактерин як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Радостим, позитивно впливало на ростові процеси рослин гречки (табл. 2.15).

Таблиця 2.15

**Висота рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР
Радостим (фаза галуження стебла)**

Варіант досліджу	Середня висота однієї рослини, см				
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	19,9	20,1	17,3	19,1	100
Діазобактерин 150 мл	20,8	21,9	17,9	20,2	106
Діазобактерин 175 мл	21,2	22,2	18,0	20,5	107
Діазобактерин 200 мл	21,4	22,5	18,2	20,7	108
Радостим 250 мл/т	20,5	20,7	17,8	20,0	105
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	23,1	24,1	19,3	22,2	116
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	23,2	24,4	19,7	22,4	117
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	23,5	24,7	19,5	22,6	118
Радостим 50 мл/га	21,3	21,9	18,1	20,4	107
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	21,9	23,5	18,4	21,3	111
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	22,6	23,8	18,5	21,6	113
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	22,3	23,8	18,6	21,5	112
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	21,7	22,3	18,3	20,8	109
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24,3	25,9	20,5	23,6	123
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24,5	26,2	21,2	23,9	125
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24,7	26,4	21,6	24,2	127
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>1,6</i>	<i>1,1</i>		

Так, у 2010 р. у фазу галуження стебла за обробки насіння гречки МБП Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл висота рослин у варіантах досліджу перевищувала контроль на 0,9; 1,3 і 1,5 см; за обробки цими ж нормами препарату насіння перед сівбою в суміші з РРР Радостим 250 мл/т – на 2,0; 2,7 і 2,4 см; за комплексного використання препаратів Діазобактерин (обробка насіння в нормах 150; 175; 200 мл) + Радостим (обробка насіння нормою 250

мл/т) + Радостим (обробка рослин нормою 50 мл/га) – на 4,4; 4,6 і 4,8 см за НІР₀₅ 1,1 см.

Подібні експериментальні дані простежувались і в 2011 та 2012 рр. досліджень, проте, необхідно зауважити, що найвищими рослини були в 2011 р., а меншу висоту порівняно з 2010 і 2011 рр. вони мали в 2012 р., який за вологозабезпеченістю був менш сприятливим для росту і розвитку рослин.

У середньому за три роки досліджень у варіантах МБП Діазобактерин 150–200 мл перевищення висоти рослин відносно контролю складало 6–8%; Діазобактерин 150–200 мл + Радостим 250 мл/т – 16–18%; Діазобактерин 150–200 мл + Радостим 50 мл/га – 11–13%; Діазобактерин 150–200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га – 23–27%.

Дослідження висоти рослин гречки у фазу початку цвітіння показали, що найвищими рослини були в 2011 р. (табл. 2.16), зокрема за використання Діазобактерину 150; 175 і 200 мл їх висота перевищувала контроль на 2,5; 3,2 і 3,8 см; за обробки Діазобактерином 150; 175 і 200 мл сумісно з Радостимом 250 мл/т – на 7,7; 8,4 і 9,1 см; за обробки Діазобактерином 150; 175 і 200 мл сумісно з Радостимом 250 мл/т з наступною обробкою посівів Радостимом 50 мл/га – на 11,6; 12,5 і 13,2 см за НІР₀₅ 3,7 см.

У середньому за три роки досліджень встановлено, що у варіантах Діазобактерин 150–200 мл висота рослин гречки у фазу початку цвітіння перевищувала висоту рослин у фазу галуження стебла на 30–31%, а контроль у фазу початку цвітіння – 5–8%; у варіантах Діазобактерин 150–200 мл + Радостим 250 мл/т – 34–35 см та 17–19%; у варіантах Діазобактерин 150–200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га – 35–36 см і 23–26% відповідно.

Аналіз висоти рослин гречки у фазу формування плодів засвідчив, що вона була найбільшою у порівнянні до фаз галуження стебла та початку цвітіння (табл. 2.17), зокрема, якщо в середньому за три роки в контролі у фазу галуження стебла рослини мали висоту 19,1 см, у фазу початку цвітіння 47,9 см, то у фазу формування плодів – 83,9 см.

Таблиця 2.16

**Висота рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР
Радостим (фаза початку цвітіння)**

Варіант досліджу	Середня висота однієї рослини, см				
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	48,2	50,3	45,1	47,9	100
Діазобактерин 150 мл	50,8	52,8	47,1	50,2	105
Діазобактерин 175 мл	51,4	53,5	47,3	50,7	106
Діазобактерин 200 мл	52,5	54,1	48,2	51,6	108
Радостим 250 мл/т	51,7	52,2	46,9	50,3	105
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	57,6	58,0	52,6	56,1	117
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	58,0	58,7	53,2	56,6	118
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	58,4	59,4	53,8	57,2	119
Радостим 50 мл/га	53,2	54,3	47,7	51,7	107
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	55,0	55,2	49,4	53,2	111
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	56,5	56,6	50,8	54,6	114
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	55,8	57,5	51,1	54,8	115
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	54,7	55,6	48,2	52,8	110
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	59,9	61,9	54,5	58,7	123
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	60,8	62,8	55,1	59,6	124
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	61,2	63,5	56,0	60,2	126
<i>НІР₀₅</i>	2,2	3,7	1,7		

Найвищу висоту рослини гречки у фазу формування плодів формували у варіантах МБП Діазобактерин (150; 175 і 200 мл) + РРР Радостим (250 мл/т) + РРР Радостим (50 мл/га), де у 2010 р. перевищення відповідно контролю складало 15,8; 18,2 і 22,4 см за НІР₀₅ 6,0 см; у 2011 р. – 19,0; 21,6 і 24,3 см за НІР₀₅ 7,1 см; у 2012 р. – 15,9; 17,4 і 18,8 см за НІР₀₅ 4,0 см, що в середньому перевищувало контроль на 20–26%.

Таблиця 2.17

**Висота рослин гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР
Радостим (фаза формування плодів)**

Варіант досліджу	Середня висота однієї рослини, см				
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за три роки	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	86,9	90,7	74,3	83,9	100
Діазобактерин 150 мл	87,5	93,2	76,5	85,7	102
Діазобактерин 175 мл	88,4	94,3	77,8	86,8	103
Діазобактерин 200 мл	90,7	95,1	79,0	88,3	105
Радостим 250 мл/т	87,8	92,2	76,3	85,4	102
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	96,6	102,5	86,1	95,1	113
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	97,2	103,8	87,4	96,1	114
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	98,4	105,4	88,8	97,5	116
Радостим 50 мл/га	89,5	94,5	78,4	87,4	104
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	92,9	97,2	83,2	91,1	108
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	94,5	98,6	85,9	93,0	111
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	95,1	99,3	84,0	92,8	110
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	91,7	96,9	80,5	89,7	107
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	102,7	109,7	90,2	100,8	120
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	105,1	112,3	91,7	103,0	123
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	109,3	115,0	93,1	105,8	126
<i>НІР₀₅</i>	6,0	7,1	4,0		

Одержані дані свідчать про позитивний вплив комплексу МБП + РРР на проходження в рослинах гречки 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 висоти рослин гречки був за використання композиції Діазобактерин 175–200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, завдяки якій складалися найбільш оптимальні умови для проходження основних фізіологічних процесів у рослинах, у тому числі й ростових.

2.7. Чиста продуктивність фотосинтезу

Фотосинтез є основою врожаю і прямим відображенням умов, в яких рослини росли й розвивались та формували продуктивність посівів.

Фотосинтетичний процес залежить від комплексу дії на рослину біотичних та абіотичних чинників, вплив яких на нагромадження рослиною органічних речовин і донині є розкритим не повністю.

Фотосинтетична продуктивність сільськогосподарських культур напряду залежить від створення високопродуктивних ценозів, які характеризуються оптимальним співвідношенням окремих фотосинтетичних елементів [221, 222]. Перш за все, це розмір та продуктивність фотосинтетичного апарату, який у процесі онтогенезу рослин має досягати оптимального розміру. Саме від розмірів асиміляційної поверхні залежить ступінь поглинання посівами фотосинтетичної активної радіації, яка використовується у процесі фотосинтезу. Так, у дослідях В. А. Тінея [223] найвищий коефіцієнт використання ФАР посівами гречки, а саме 2,6–2,7%, було відмічено за дії біологічних препаратів Екозорф 1 та Байкал ЕМ-1, що свідчить про формування продуктивних посівів з високим фотосинтетичним потенціалом. Тому важливе значення у фотосинтетичній продуктивності посівів зернових культур, у тому числі й гречки, має застосування екзогенних фітогормонів [224]. Їх вплив та специфіку дії на проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах досліджували багато вчених, які засвідчують позитивну дію біопрепаратів на формування оптимального за розміром високопродуктивного асиміляційного апарату, активізацію синтезу хлорофілів та цукрів [225–227]. Це забезпечує істотне збільшення нагромадження рослиною органічної речовини [228, 229]. Разом з тим одним із важливих фізіологічних показників, який характеризує

продуктивність рослин і визначає ефективність агротехнічних заходів вирощування, є чиста продуктивність фотосинтезу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння гречки МБП Діазобактерин як окремо, так і сумісно з РРР Радостим, позитивно вплинуло на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у 2010 р. передпосівна обробка насіння гречки Діазобактерином у нормах 150; 175; 200 мл сприяла у відношенні зростанню ЧПФ посівів на 7–8% порівняно до контролю (рис. 2.3).



НІР₀₅ – 0,34

Рис. 2.3. ЧПФ посівів гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, г/м² за добу (2010 р., фаза галушення стебла – цвітіння)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

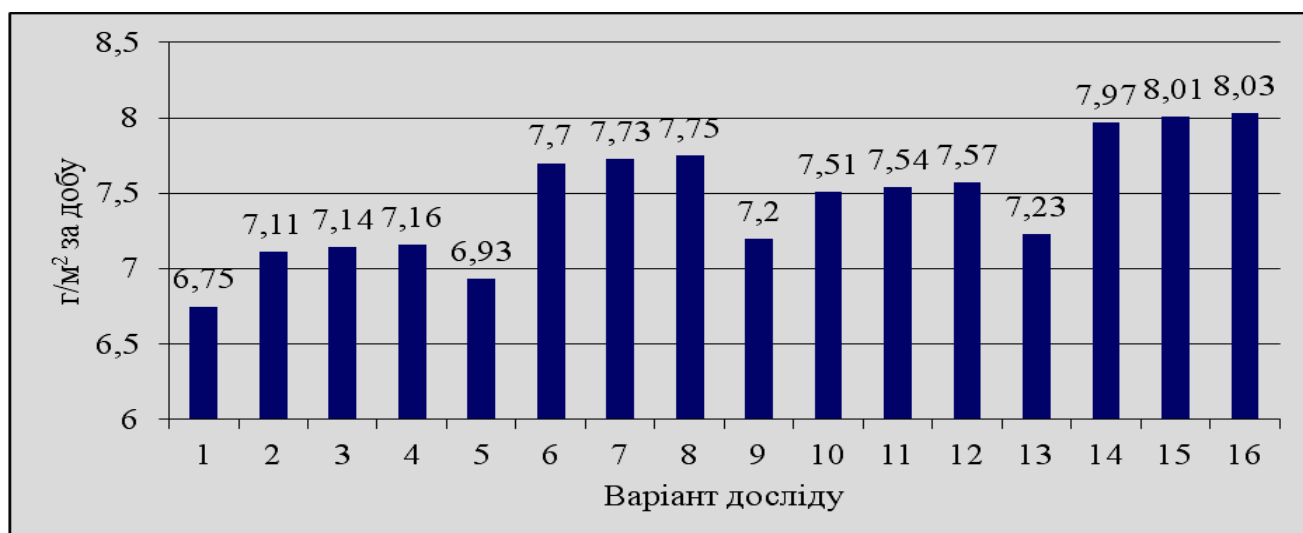
Вищі показники фотосинтетичної продуктивності посівів формувалися у варіантах, де мікробний препарат Діазобактерин вносили сумісно з РРР Радостим. Так, якщо за внесення окремо Радостиму в нормі 250 мл/т ЧПФ складала $6,73 \text{ г/м}^2$ за добу, що на 6 % перевищувало контроль, то за внесення цієї ж норми препарату в суміші з Діазобактерином у нормах 150; 175 і 200 мл відмічено зростання досліджуваного показника до 7,36; 7,40 і 7,45 г/м^2 за добу відповідно, що на 16–17% перевищувало контроль та на 9–11% – відповідні показники у варіантах окремої дії Діазобактерину (150–200 мл).

Одержані дані свідчать про позитивний вплив композиції даних препаратів на проходження в рослинах гречки основних фізіолого-біохімічних процесів, які покращують розвиток надземної біомаси рослин за рахунок стимулювальної дії екзогенних фітогормонів та активізації мінерального живлення рослин завдяки азотфіксувальній здатності інтродукованих у ризосферу мікроорганізмів.

За використання РРР Радостим у нормі 50 мл/га по сходах культури на фоні обробки насіння гречки мікробним препаратом Діазобактерин (у нормах 150–200 мл) показники чистої продуктивності фотосинтезу складали 7,03–7,12 г/м^2 за добу при 6,36 г/м^2 за добу в контролі та 6,91 г/м^2 за добу – у варіанті окремої дії на посіви Радостиму.

Аналізуючи результати дослідження з використанням Діазобактерину 150; 175; 200 мл та Радостиму 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, необхідно відмітити найбільше зростання ЧПФ посівів, що на 1,50; 1,54; 1,56 г/м^2 за добу перевищувало показник контролю, та – 0,50; 0,50; 0,47 г/м^2 за добу при НІР₀₅ 0,40 г/м^2 за добу було більшим за показники тих же варіантів, але без обробки вегетуючих рослин Радостимом.

Подібна залежність була відмічена і в 2011 та 2012 роках досліджень, однак аналіз експериментальних даних засвідчує чітку залежність формування ЧПФ від агрокліматичних умов, які у 2012 р. для рослин гречки були менш сприятливими за показниками вологи (рис. 2.4, 2.5).

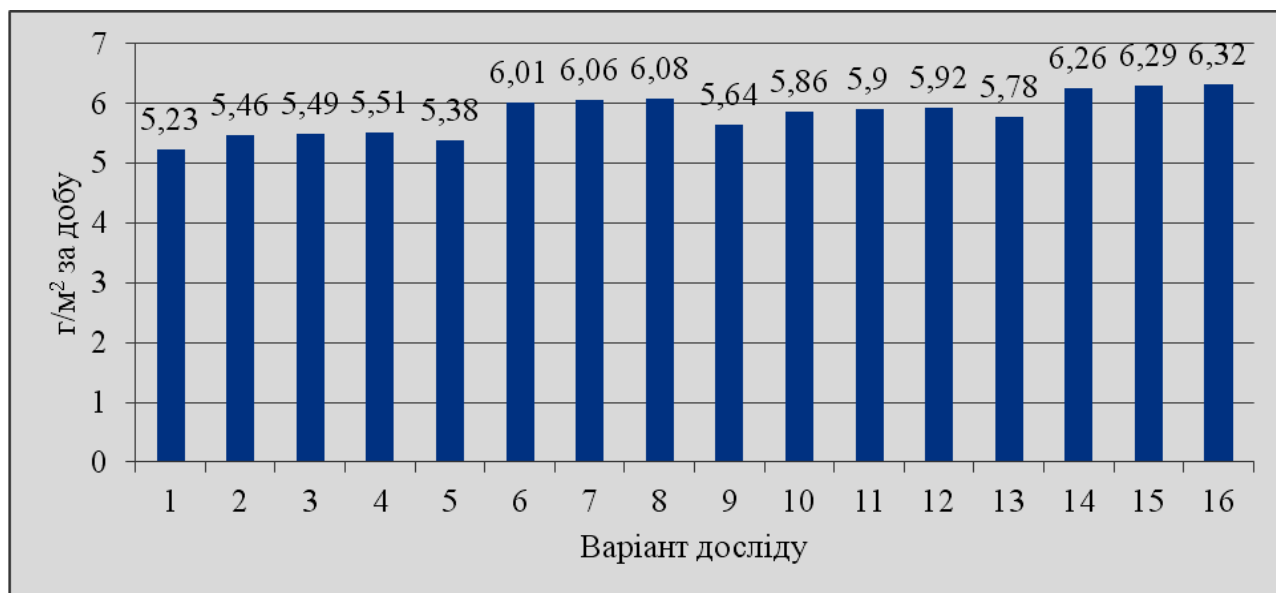


НІР₀₅ – 0,30

Рис. 2.4. ЧПФ посівів гречки за використання МПБ Діазобактерин та РРР Радостим, г/м² за добу (2011 р., фаза галушення стебла – цвітіння)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; Діазобактерин 175 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

Зокрема, найнижчу фотосинтетичну продуктивність посівів – 5,23 г/м² за добу було відмічено у 2012 р. при 6,36 г/м² за добу та 6,75 г/м² за добу у 2010 і 2011 рр. відповідно.



НІР₀₅ – 0,22

Рис. 2.5. ЧПФ посівів гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, г/м² за добу (2012 р., фаза галуження стебла – цвітіння)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

У середньому за роки досліджень за обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) ЧПФ посівів перевищувала контроль на 15–16%, що на 8% більше проти варіанту окремої дії на посіви Радостиму (50 мл/га) та на 4% – за дію Радостиму (50 мл/га) на фоні обробки насіння Діазобактерином (150–200 мл). Проте найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувався у варіантах Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га і складав 7,42 г/м² за добу при 6,11 г/м² за добу в контролі та перевищував його на 21%.

Одержані показники фотосинтетичної продуктивності посівів у даному варіанті досліду узгоджуються з даними найвищої фізіолого-біохімічної і мікробної активності посівів, що були встановлені нами у попередніх дослідженнях, та з даними інших вчених, які пов'язують високі показники ЧПФ з найінтенсивнішою роботою упродовж тривалого періоду листкового апарату [173].

Отже, сумісне застосування різних норм МБП Діазобактерин з РРР Радостим позитивно впливає на формування ЧПФ посівів гречки. Разом з тим у варіантах сумісного застосування для обробки насіння Діазобактерину у нормі 200 мл і Радостиму у нормі 250 мл/т за наступного обприскування по даному фону посівів Радостимом у нормі 50 мл/га формується найвищий рівень чистої продуктивності фотосинтезу, що на 20–21% перевищує даний показник у контрольному варіанті. Одержані дані свідчать, що використання біологічних препаратів у посівах гречки сприяє створенню більш продуктивних агрофітоценозів, у яких в рослинах значно активізується проходження асиміляційних процесів.

3. АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРНОЇ МІКРОБІОТИ ПОСІВІВ ГРЕЧКИ ЗА ДІЇ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ

3.1. Загальна чисельність мікроорганізмів

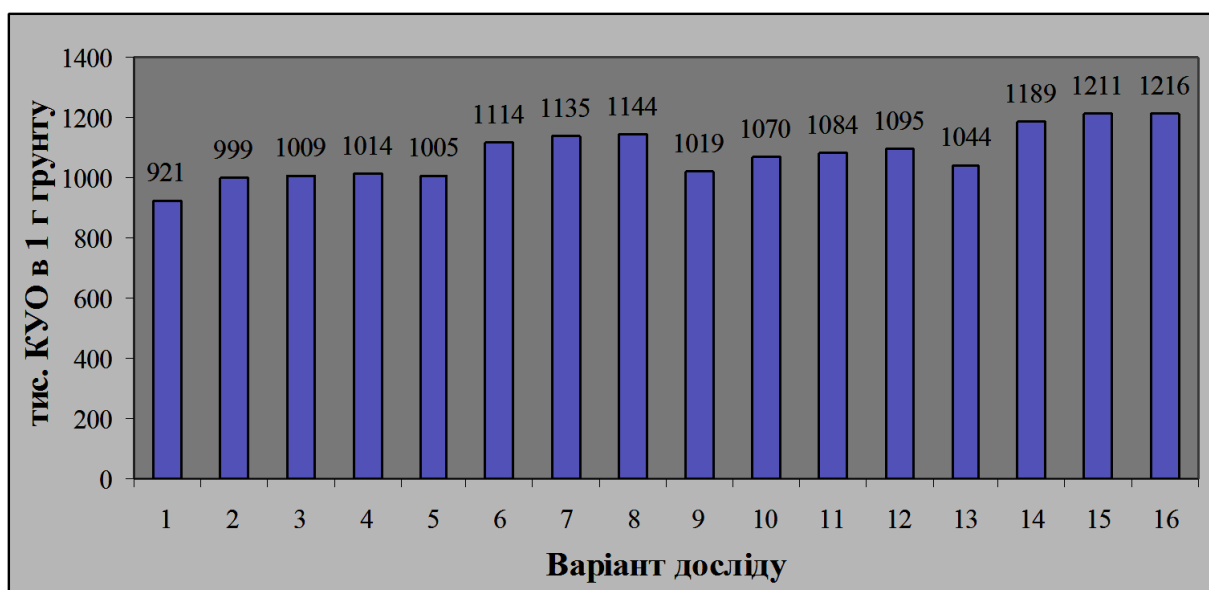
Мікроорганізми є важливою складовою природних комплексів, що формують сталі агроєкосистеми. Завдяки діяльності мікробіоти ґрунту відбуваються процеси розкладання органічних і мінеральних субстанцій, синтез фізіологічно активних речовин, чим у цілому визначається формування продуктивності посіву продуктивності посівів і якості врожаю [230–232].

Асоціативні ґрунтові мікроорганізми функціонують у симбіозі із рослинами на основі трофічної взаємодії. Кореневі виділення забезпечують поживними субстратами прикореневу зону – ризосферу, що є високоенергетичною нішею для розвитку та функціонування мікробного угруповання [233, 234]. Кількісний склад корневих виділень рослин, поряд із фізичними властивостями ґрунту, визначає склад ризосферного мікробного угруповання. Адже кореневі екзометаболіти утворюють складну суміш окремих сполук, а співвідношення серед них органічних кислот і цукрів визначає специфіку ризосферної мікробіоти [235].

Значну роль у рослинно-мікробній взаємодії відіграє антропогенний вплив. Використання у технологіях вирощування сільськогосподарських культур синтетичних сполук може слугувати причиною порушення балансу природних біоценозів. Як альтернативний метод науковці пропонують застосовувати біологічні препарати. Реакцію ґрунтової мікробіоти на дію біопрепаратів досліджували у посівах різних сільськогосподарських культур [236, 237], проте зміна мікробної активності ризосфери гречки залишається мало вивченою. Водночас літературні джерела засвідчують позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток культурних рослин та біоценотичну діяльність ризосферної мікробіоти [238, 239].

Виходячи з цього, одним із завдань наших мікробних досліджень було встановити вплив біологічних препаратів на формування загальної чисельності бактерій ризосфери рослин гречки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння різних норм МБП Діазобактерин як окремо, так і сумісно з РРР Радостим, по-різному впливало на розвиток ризосферної мікробіоти (рис. 3.1).



НІР₀₅ – 68

Рис. 3.1. Загальна чисельність бактерій у ризосфері гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, тис. КУО/г ґрунту (2010 р., фаза галушення стебла)

1. Без застосування препаратів (контроль).
2. Діазобактерин 150 мл;
3. Діазобактерин 175 мл;
4. Діазобактерин 200 мл;
5. Радостим 250 мл;
6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т;
7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т;
8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т;
9. Радостим 50 мл/га;
10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га;
11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га;
12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га;
13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га;
14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га;
15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га;
16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

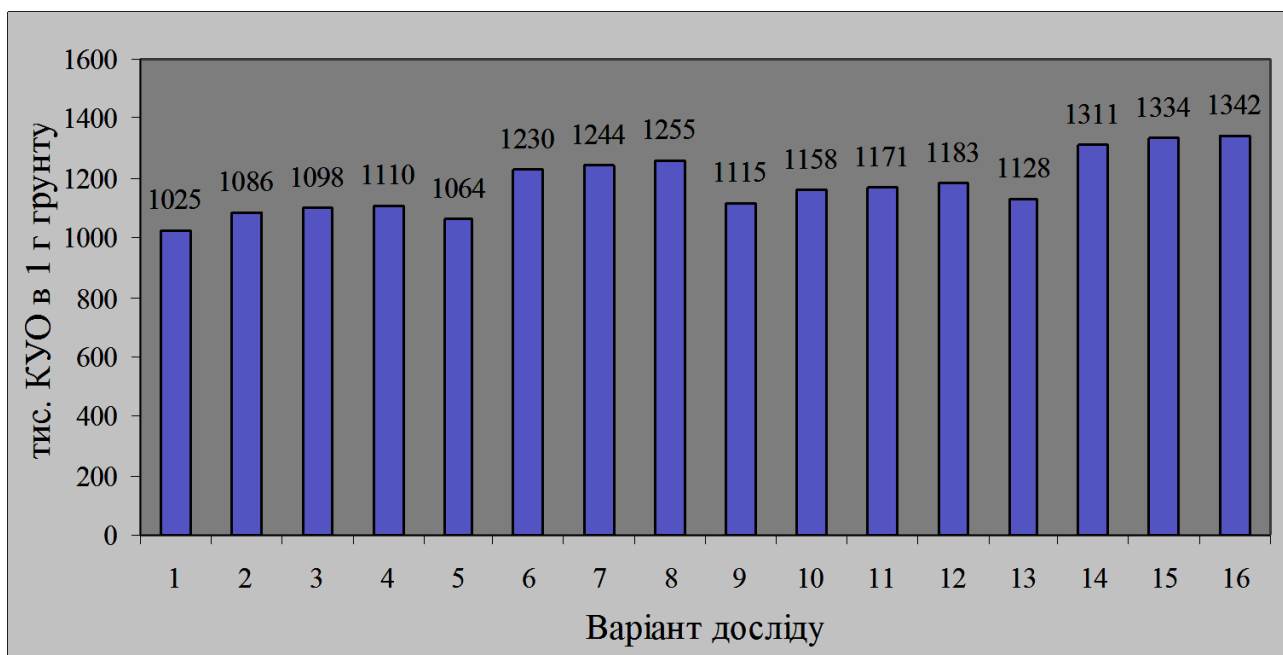
Так, у 2010 р. обробка насіння гречки перед сівбою Діазобактерином у нормах 150; 175 і 200 мл сприяла підвищенню загальної чисельності бактерій у порівнянні з контролем на 8–10%.

Використання для передпосівної обробки насіння Діазобактерину сумісно з Радостимом забезпечувало більш активний розвиток ризосферної мікробіоти. Так, за окремого використання Радостиму у нормі 250 мл/т загальна кількість бактерій перевищувала контроль на 9%, а за обробки насіння цією ж нормою РРР сумісно із МБП Діазобактерин у нормах 150–200 мл відмічено зростання чисельності бактерій проти контролю на 20–24% та – 11–14% відповідно проти варіанту з Радостимом і на 12–13% – до варіантів окремої дії Діазобактерину (150–200 мл). Очевидно, що зростання чисельності бактеріальної мікробіоти у ризосфері гречки обумовлено, з одного боку, стимулювальною дією композиції біопрепаратів на проходження у рослинах фізіолого-біохімічних процесів [12], які покращують розвиток надземної біомаси та сприяють активному виділенню корневих ексудатів, з іншого – формуванням розгалуженої кореневої системи, яка слугує додатковою площею і субстратом для живлення і функціонування мікробіоти.

За використання регулятора росту рослин Радостим у нормі 50 мл/га по сходах гречки на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл загальна кількість бактерій у порівнянні з контролем зростала на 149; 163 і 174 тис. КУО в 1 г ґрунту відповідно. Найбільша кількість ризосферних бактерій була відмічена у варіантах досліду з використанням Діазобактерину 150–200 мл та Радостиму 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, що на 268–295 тис. КУО в 1 г ґрунту перевищувало контроль та на 72–76 тис. КУО в 1 г ґрунту відповідно було вищим за показники тих же варіантів, але без обробки вегетуючих рослин Радостимом (НІР₀₅ 68 тис. КУО в 1 г ґрунту).

Аналогічна залежність розвитку мікроорганізмів ризосфери гречки за використання різних норм мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим була відмічена і в 2011 і 2012 роках досліджень (рис 3.2, 3.3). Проте у 2012 році у фазу галуження стебла чисельність бактерій ризосфери гречки була нижчою і складала 808 тис. КУО в 1 г ґрунту при 921 та

1025 тис. КУО в 1 г ґрунту відповідно у 2010 і 2011 роках. Одержані експериментальні дані засвідчують чітку залежність активності розвитку мікробіоти ґрунту від погодних умов, які у 2012 р. для рослин гречки були менш сприятливими за показниками вологи.



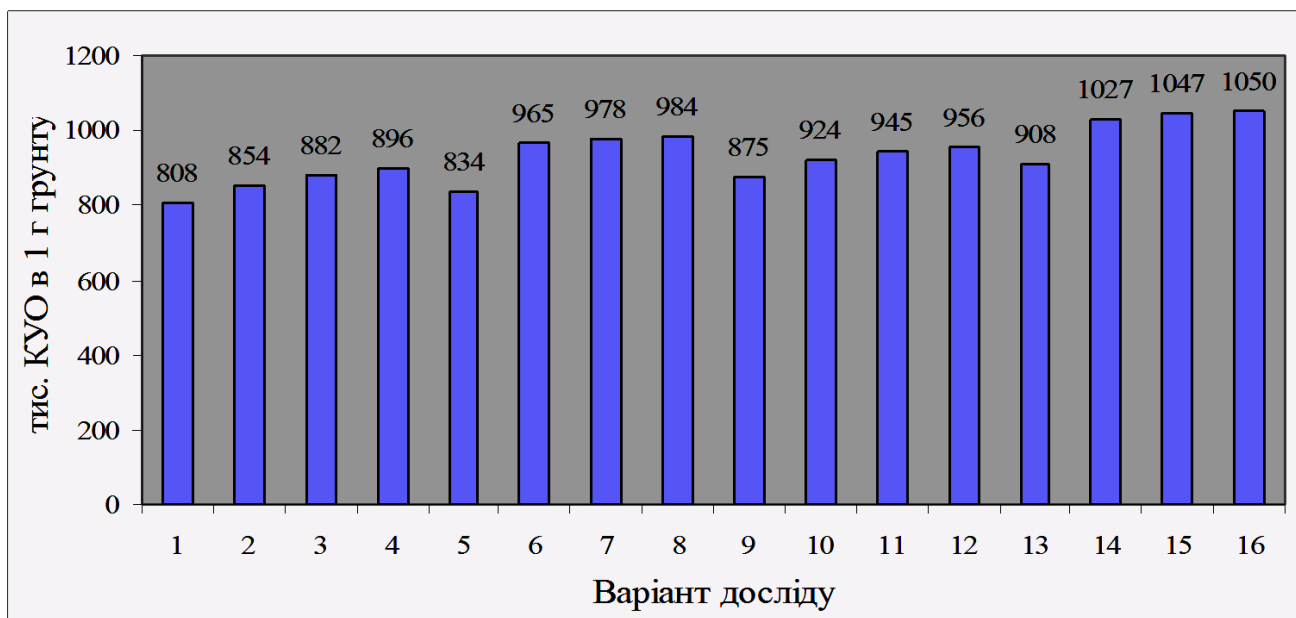
НІР₀₅ – 71

Рис. 3.2. Загальна чисельність бактерій у ризосфері гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, тис. КУО/г ґрунту (2011 р., фаза галушення стебла)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

У середньому за 2010–2012 роки досліджень за обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерини (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) чисельність бактерій у ризосфері рослин на 20–23%, що на 11–14% було також більшим варіанту окремої дії на посіви Радостиму (50 мл/га) та на 6% – за дію

Радостиму (50 мл/га) на фоні обробки насіння Діазобактерином (150–200 мл). Найбільша кількість бактерій у ризосфері гречки була відмічена у варіантах за обробки насіння перед сівбою Діазобактерином 175 та 200 мл сумісно з Радостимом 250 мл/т і наступною обробкою посівів Радостимом 50 мл/га, що на 31% перевищувало контроль.



НІР₀₅ – 60

Рис. 3.3. Загальна чисельність бактерій у ризосфері гречки за використання МБП Діазобактерин та РРР Радостим, тис. КУО/г ґрунту, (2012 р., фаза галуження стебла)

1. Без застосування препаратів (контроль). 2. Діазобактерин 150 мл; 3. Діазобактерин 175 мл; 4. Діазобактерин 200 мл; 5. Радостим 250 мл; 6. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т; 7. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т; 8. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т; 9. Радостим 50 мл/га; 10. Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га; 11. Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га; 12. Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 14. Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 15. Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га; 16. Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га.

Одержані дані узгоджуються із показниками високої фотосинтетичної активності посівів гречки, що, очевидно, сприяло активному розвитку ризосферної ґрунтової мікробіоти [240, 241].

Дослідження ризосферної мікробіоти у фазу початку цвітіння гречки засвідчили деяке зменшення чисельності бактерій проти фази галуження стебла, проте залежність впливу препаратів на активність ґрунтової біоти зберігалась такою ж. Так, за обробки насіння перед сівбою Діазобактерином у нормах 150; 175; 200 мл кількість ризосферних бактерій у фазу цвітіння гречки перевищувала контроль на 8,0; 9,0 та 14,0 тис. КУО в 2010 р.; 18,0; 31,0 та 37,0 – у 2011 р.; 7,0; 14,0 і 23,0 тис. КУО – у 2012 р. За використання цих же норм препарату сумісно з Радостимом 250 мл/т кількість бактерій ризосфери відповідно по роках перевищувала контроль на 51,0; 80,0 і 102,0 (2010 р.); 125,0; 140,0 і 134,0 (2011 р.) та 67,0; 92,0 і 110,0 (2012 р.) тис. КУО в 1 г ґрунту. Використання цієї подвійної композиції з наступним обприскуванням посівів РРР Радостим 50 мл/га забезпечило перевищення контролю в розвитку ризосферних бактерій відповідно на 204,0; 212,0 і 221,0 (2010 р.); 219,0; 238,0 і 246,0 (2011 р.) та 153,0; 179,0 і 201,0 тис. КУО (2012 р.) при НІР₀₅ відповідно до років 48,0; 37,0 і 33,0 тис. КУО в 1 г ґрунту.

У середньому за три роки досліджень найвищий кількісний розвиток мікробіоти в ризосфері гречки у фазу початку цвітіння було відмічено у варіантах Діазобактерин 150; 175; 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, що перевищувало контроль на 23; 25 і 26% відповідно.

Таким чином, використання МБП Діазобактерин окремо та в поєднанні з РРР Радостим забезпечує покращення життєдіяльності мікроорганізмів ризосфери гречки, що в цілому сприяє активізації їх розвитку. Найбільша чисельність бактерій у ризосфері посівів гречки відмічається за сумісного використання для обробки перед сівбою насіння МБП Діазобактерин (175–200 мл) з РРР Радостим (250 мл/т) та з наступним обприскуванням РРР Радостим (50 мл/га) посівів.

3.2. Чисельність основних еколого-трофічних груп

Мікробний ценоз ґрунту кореневої зони рослин – це складне угруповання різноманітних мікроорганізмів, що упорядковане на основі трофічних взаємодій [242–244].

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 [245, 246]. Так, мікроорганізми, зокрема азотфіксувальні, використовуючи кореневі виділення рослин, постачають їм атмосферний азот, ростові речовини та вітаміни, які пришвидшують ріст кореневої системи і оптимізують засвоєння важкодоступних мінеральних сполук, сприяють індукції захисної реакції рослинного організму на дію фітопатогенів, забезпечуючи пригнічення їх розвитку. Тому, активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним рушійним чинником стимулювання продуктивності агроценозу [247–252].

За даними досліджень О. В. Шерстобоевої [253], інтродукція селекційних штамів мікроорганізмів азотфіксаторів дозволяє замінити ґрунтові аборигенні штами мікроорганізмів, які менш активно взаємодіють із рослинами на споріднені, активніші та продуктивно взаємодіючі з рослиною.

Водночас ризосферна мікробіота є досить чутливою і швидко реагує на будь-які чинники навколишнього середовища, стабілізуючись відповідно до змінених умов та виду рослин [254]. У зв'язку з цим, важливим залишається питання з'ясування впливу біопрепаратів на ріст і розвиток окремих груп мікроорганізмів у ризосфері сільськогосподарських культур, у тому числі й гречки.

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

чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері гречки, встановлено залежність їх розвитку від комбінації препаратів, погодних умов та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій. Так, у 2010 році в фазу галуження стебла у варіантах, де використовували для передпосівної обробки насіння гречки мікробіологічний препарат Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл на гектарну норму насіння чисельність амоніфікуючих бактерій перевищувала контроль на 10; 12 і 13% відповідно. Дещо вищою чисельність даних бактерій була у варіантах із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Діазобактерину у нормах від 150 до 200 мл з РРР Радостим у нормі 250 мл/т, зокрема чисельність амоніфікуючих бактерій у даних варіантах дослідів перевищувала контроль на 20–28%, а варіанти з використанням лише Діазобактерину – на 10–15%.

За використання РРР Радостим у нормі 50 мл/га на фоні дії Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл чисельність амоніфікуючих бактерій зменшувалася у відношенні до варіантів із передпосівною обробкою насіння сумішшю біопрепаратів на 16,1; 17,1 і 33,1 тис. КУО в 1 г ґрунту, проте перевищувала чисельність бактерій відносно контролю на 45,9; 48,1 і 52,7 тис. КУО в 1 г ґрунту. Найвища чисельність досліджуваних бактерій спостерігалась за поєднання передпосівного обробітку насіння сумішшю Діазобактерину і Радостиму з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Радостимом. Так, у варіанті Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів перевищувала показники контролю на 140,7 тис. КУО в 1 г ґрунту, а у порівнянні з варіантом Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) – на 14–21%.

При дослідженні амоніфікуючих бактерій у 2010 р. у фазу початку цвітіння гречки встановлено зменшення їх чисельності, проте спостерігалась аналогічна залежність розвитку цих мікроорганізмів від норм та способів внесення Діазобактерину і Радостиму. Так, найбільша кількість амоніфікуючих бактерій була відмічена у варіантах із застосуванням для обробки насіння перед сівбою суміші Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл з Радостимом у нормі 250 мл/т з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, що

забезпечило перевищення показників контролю на 85,3; 103,9 і 104,7 тис. КУО/г ґрунту та проти варіантів з обробкою насіння перед сівбою сумішшю Діазобактерину з Радостимом – на 26,3; 25,0 і 20,2 тис. КУО в 1 г ґрунту.

У 2011 та 2012 роках у фазах галуження стебла та початку цвітіння гречки спостерігалась подібна залежність щодо чисельності ризосферних амоніфікуючих бактерій.

У середньому за роками досліджень у фазу галуження стебла у варіантах, де використовували для обробки насіння перед сівбою МБП Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл на гектарну норму насіння чисельність амоніфікуючих бактерій перевищувала контроль на 8; 10 і 11%, а у фазу цвітіння – на 12; 13 і 15% відповідно до норми (табл. 3.1, 3.2). Така ж залежність простежувалась за використання даних норм Діазобактерину у суміші із регулятором росту рослин Радостим, але чисельність амоніфікуючих бактерій у даних варіантах дослідів перевищувала контроль на 20–29% у фазу галуження стебла і на 24–30% – у фазу цвітіння; порівняно до варіантів окремої дії Діазобактерину – 12–18% та 12–15% відповідно фазам вегетації.

За використання РРР Радостим у нормі 50 мл/га на фоні дії Діазобактерину встановлено, що зі збільшенням норми від 150 до 200 мл чисельність амоніфікуючих бактерій порівняно до варіантів із сумішшю біопрепаратів зменшувалася, проте до контролю – підвищувалась на 14–18% у фазу галуження стебла та – 17–20% у фазу початку цвітіння. Найвища чисельність досліджуваних бактерій спостерігалась за поєднання передпосівного обробітку сумішшю Діазобактерину і Радостиму та обприскуванням вегетуючих рослин Радостимом.

Так, у варіанті Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів перевищувала показники контролю у фазі галуження стебла на 141,1 тис. КУО в 1 г ґрунту, початку цвітіння – 102,1 тис. КУО/г ґрунту, а порівняно з варіантом Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) – на 12–19% та 7–12% відповідно.

Таблиця 3.1

Чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері гречки за дії МБП Діазобактерин та РРР Радостим (фаза галуження стебла, середнє за 2010–2012 р.)

Варіант досліджу	Амоніфікуючі, тис. КУО/г грунту	Нітрифікуючі, тис. КУО/г грунту	<i>Azotobacter</i> , % оброслих колоніями грудочок грунту	<i>Azospirillum</i> , тис. КУО/г грунту
Без застосування препаратів (контроль)	306,8	128,8	72	180,7
Діазобактерин 150 мл	331,4	132,7	78	213,3
Діазобактерин 175 мл	337,5	134,5	80	220,5
Діазобактерин 200 мл	340,8	135,5	82	229,6
Радостим 250 мл/т	335,2	132,9	77	189,7
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	368,5	149,4	92	281,9
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	375,1	151,3	93	287,3
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	397,5	153,7	95	294,5
Радостим 50 мл/га	340,7	138,2	82	196,9
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	349,8	142,6	85	234,9
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	352,9	146,8	87	242,1
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	363,1	147,3	89	254,8
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	352,7	143,1	83	202,4
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	421,8	155,4	97	310,8
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	436,1	158,2	98	319,8
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	447,9	159,7	99	322,3

Подібною була дія досліджуваних препаратів на ріст і розвиток у ризосфері гречки нітрифікуючих бактерій. Проте зростання чисельності досліджуваних мікроорганізмів було менш вираженим. Так, у середньому за 2010–2012 рр. досліджень за передпосівної обробки насіння гречки мікробним препаратом Діазобактерин зі збільшенням норми від 150 до 200 мл на гектарну норму насіння чисельність нітрифікуючих бактерій збільшувалася у фазу

галуження стебла на 3–5% та на 3–6% – у фазу цвітіння (табл. 3.1, 3.2). За сумісного використання досліджуваних препаратів для передпосівної обробки насіння відмічено активніший ріст цих бактерій. Так, у фазу галуження стебла за використання суміші Діазобактерину (150; 175; 200 мл) з Радостимом (250 мл/т) чисельність нітрифікуючих бактерій збільшилась на 11–14%, у фазу початку цвітіння – на 9–13%.

Таблиця 3.2

Чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері гречки за дії МБП Діазобактерин та РРР Радостим (фаза початку цвітіння, середнє за 2010–2012 р.)

Варіант досліджу	Амоніфікуючі, тис. КУО/г грунту	Нітрифікуючі, тис. КУО/г грунту	<i>Azotobacter</i> , % оброслих колоніями грудочок грунту	<i>Azospirillum</i> , тис. КУО/г грунту
Без застосування препаратів (контроль)	263,4	116,5	69	120,5
Діазобактерин 150 мл	295,2	120,3	75	137,4
Діазобактерин 175 мл	297,7	123,7	77	138,6
Діазобактерин 200 мл	302,1	122,4	79	141,0
Радостим 250 мл/т	289,8	121,5	74	125,3
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	326,6	138,7	87	135,0
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	334,5	140,6	88	154,2
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	341,4	142,4	90	156,6
Радостим 50 мл/га	297,6	124,8	76	130,1
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	308,2	126,9	81	143,4
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	310,0	128,3	83	144,6
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	316,5	131,7	85	147,0
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	307,2	130,4	78	134,9
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	347,9	145,8	94	162,7
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	359,3	146,5	96	166,3
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	365,5	148,6	97	171,1

Однак найвищий результат було відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин у нормі 200 мл і Радостим у нормі 250 мл/т з наступним обприскуванням посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, де чисельність нітрифікуючих бактерій перевищила контроль на 24 і 27% відповідно до фаз вегетації.

Зростання чисельності окремих груп мікроорганізмів у ризосфері гречки 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.

Важливу роль серед ґрунтової біоти відіграють мікроорганізми, які утворюють активні азотфіксувальні асоціації з культурними рослинами. Чисельність азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* і *Azospirillum* у ризосфері гречки, як показали дослідження, також залежала від норм та способів застосування мікробного препарату Діазобактерин і регулятора росту рослин Радостим. Так, у середньому за роки досліджень у фазу галуження стебла у варіантах із застосуванням для передпосівної обробки насіння Діазобактерину у нормах 150; 175 і 200 мл відмічено позитивний вплив на кількість азотфіксувальних бактерій, зокрема для бактерій роду *Azotobacter* перевищення показників контролю становило 6; 8 і 10%, бактерій роду *Azospirillum* – 18; 22 і 27% відповідно до норм (див. табл. 3.1, 3.2).

Зростання чисельності ґрунтових азотфіксаторів на 20–23% роду *Azotobacter* та на 56–63% роду *Azospirillum* у порівнянні з контролем було відмічено за сумісної дії Діазобактерину у нормах 150–200 мл з Радостимом у нормі 250 мл/т, водночас у даних варіантах дослідження перевищення кількості бактерій роду *Azotobacter* і *Azospirillum* проти варіантів із внесенням лише Діазобактерину становило 13–14% та 65–68% відповідно.

Найактивніший розвиток азотфіксувальних бактерій було виявлено за використання композиції МБП Діазобактерин (150; 175; 200 мл) і РРР Радостим (250 мл/т) для передпосівної обробки насіння з наступним обприскуванням посівів РРР Радостим (50 мл/га), де перевищення контролю складало до 27% за

бактеріями роду *Azotobacter* і 78% – за бактеріями роду *Azospirillum*. Збільшення чисельності азотфіксувальних мікроорганізмів, зокрема роду *Azospirillum* у ризосфері гречки відбувалось за рахунок інтродукції агрономічно цінного штаму препарату Діазобактерин, що має високу конкурентну здатність та характеризується невибагливістю до умов існування.

Дослідження азотфіксувальних мікроорганізмів у наступній фазі вегетації культури засвідчило аналогічну залежність їх розвитку від норм та способів застосування препаратів, проте було відмічено зменшення кількості даних мікроорганізмів у порівнянні до обліку у фазу галуження стебла гречки. Можливо, це пов'язано з конкуренцією ризосферної мікробіоти за кореневі екsudати, що мають опосередкований вплив на розвиток ризосферної мікробіоти [281]. Разом з тим найпозитивніший вплив препаратів на азотфіксувальну мікробіоту було виявлено у варіантах з обробкою насіння сумішшю Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т з наступним обприскуванням посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, де кількість бактерій роду *Azotobacter* складала 97% оброслих грудочок ґрунту проти 69% в контролі, бактерій роду *Azospirillum* – 171,1 тис. КУО в 1 г ґрунту проти 120,5 тис. КУО в 1 г ґрунту в контролі (див. табл. 3.1, 3.2).

Таким чином, можна констатувати позитивний вплив мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим на ріст і розвиток у ризосфері гречки амоніфікуючих, нітрифікуючих та азотфіксувальних бактерій родів *Azotobacter* і *Azospirillum*. Найбільшу стимулювальну дію препаратів на розвиток ризосферної мікробіоти відмічено за сумісного використання для обробки насіння перед сівбою МБП Діазобактерин і РРР Радостим з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Радостимом. Дана композиція забезпечила зростання в ризосфері гречки амоніфікуючих бактерій на 32–46%, нітрифікуючих – 21–28%, бактерій роду *Azotobacter* – 35–41%, бактерій роду *Azospirillum* – 35–78%.

4. ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДІАЗОБАКТЕРИН І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ У ПОСІВАХ ГРЕЧКИ

4.1. Урожайність і якість зерна

В умовах подальшого розвитку агропромислового комплексу країни пріоритетним завданням товаровиробників є підвищення економічної ефективності виробництва, збільшення обсягу валових зборів та поліпшення якості зерна сільськогосподарських культур. Проте створення високоприбуткових посівів можливе лише за умови раціонального використання засобів, що створюють оптимальне середовище для функціонування агрофітоценозів. Нині відомо, що підвищення продуктивності рослин можна досягти не лише методами селекції, внесенням необхідних доз добрив та пестицидів, а й за рахунок включення біологічних препаратів до комплексу послідовних технологічних операцій вирощування культур.

Літературні дані засвідчують позитивний вплив мікробних препаратів та регуляторів росту рослин на формування врожайності зернових культур [256–258]. Зокрема, за дії біопрепаратів наростає потужна коренева система рослин, яка слугує середовищем для розвитку корисних мікроорганізмів, що, з одного боку, забезпечує покращення водообміну та мінерального живлення, а з іншого – активізує фізіолого-біохімічні процеси (фотосинтез, дихання та ін.) у рослинах, що відображається на урожайності посівів [173, 182, 259, 260].

Більшість вчених відмічають позитивний вплив біопрепаратів на формування урожайності зернових культур [261–264]. Так, за даними В. А. Тінея [223], за використання біопрепаратів Екозорфу 1 та Байкалу ЕМ-1 прибавка врожаю гречки сорту Вікторія, вирощуваної після сидерату, становила 4,4 і 2,9 ц/га відповідно.

Дослідженнями І. М. Гринюка [265] встановлено, що передпосівна обробка насіння проса РРР Емістим С (0,7 мл на 32–35 кг насіння)

забезпечувала середній приріст урожаю 4 ц/га, при цьому дохід від реалізації значно перевищував затрати на обробку насіння.

Проте аналіз літературних джерел щодо комплексного використання біологічних препаратів і їх впливу на формування урожайності гречки 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 врожаю гречки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність гречки формувалась залежно від погодних умов, які склалися у роки проведення досліджень, різних норм мікробного препарату Діазобактерин та способів застосування регулятора росту рослин Радостим. Так, за використання МБП Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл для обробки насіння перед сівбою окремо та у комплексі з РРР Радостим найвища врожайність культури у варіантах дослідів формувалася у 2011 році, а найнижча – у 2012 році, що узгоджується з метеорологічними даними цього року щодо нестачі вологи та підвищених температур повітря, які наклали свій відбиток на формування продуктивності культури.

За обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл перевищення врожайності зерна гречки у відношенні до контролю у 2010 р. складало 7–12% відповідно до норм препарату (табл. 4.1). Суттєвої різниці у формуванні врожаю між варіантами дослідів відмічено не було.

Значно вища врожайність спостерігалась у варіантах дослідів із обробкою насіння перед сівбою сумішшю препаратів Діазобактерин у нормах 150; 175; 200 мл і Радостим у нормі 250 мл/т.

Так, урожайність гречки у даних варіантах дослідів на 0,27–0,35 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 [266, 267].

Таблиця 4.1

**Урожайність зерна гречки сорту Єлена за використання МБП
Діазобактерин та РРР Радостим, т/га**

Варіант дослідів	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середня за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,05	1,13	0,92	1,03
Діазобактерин 150 мл	1,13	1,18	1,02	1,11
Діазобактерин 175 мл	1,17	1,23	1,08	1,16
Діазобактерин 200 мл	1,18	1,25	1,10	1,18
Радостим 250 мл/т	1,10	1,16	0,98	1,20
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	1,32	1,39	1,14	1,29
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	1,35	1,43	1,16	1,32
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	1,40	1,45	1,19	1,35
Радостим 50 мл/га	1,17	1,23	1,04	1,15
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	1,25	1,29	1,08	1,21
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	1,29	1,36	1,11	1,25
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	1,30	1,37	1,13	1,27
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	1,19	1,26	1,06	1,17
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,44	1,52	1,27	1,41
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,47	1,57	1,30	1,44
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	1,53	1,61	1,32	1,49
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,11</i>	<i>0,10</i>	<i>0,12</i>	

За обприскування посівів гречки Радостимом 50 мл/га на фоні обробки насіння Діазобактерином 150; 175 і 200 мл приріст зерна у відношенні до

контролю складав 0,20; 0,24 і 0,25 т/га відповідно, а у відношенні до відповідних варіантів з комплексною обробкою насіння Діазобактерином і Радостимом перед сівбою він зменшувався на 0,07; 0,08 і 0,10 т/га відповідно. Це узгоджується з даними інших вчених [268, 269], які засвідчують більш відчутну дію регуляторів росту рослин за використання їх для обробки насіння перед сівбою, ніж у період вегетації.

Аналізуючи результати варіантів досліду з використанням Діазобактерину 150; 175; 200 мл та Радостиму 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, необхідно зазначити, що приріст зерна гречки зріс у відношенні до контролю на 0,39; 0,42 і 0,48 т/га відповідно, у відношенні тих же варіантів, але без обробки вегетуючих рослин Радостимом – на 0,12; 0,12 і 0,13 т/га за HP_{05} 0,11 т/га.

Подібна залежність з впливу досліджуваних препаратів на урожайність гречки простежувалась і в 2011 і 2012 роках. Проте як і в 2010 р. найвищі прибавки зерна відносно контролю було відмічено у варіантах досліду з Діазобактерином у нормах 150; 175 і 200 мл та Радостимом 250 мл/т, використаними для обробки насіння перед сівбою, з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га.

У середньому за три роки досліджень ці ж варіанти досліду також забезпечили найвищі показники врожайності, де перевищення контролю складало 0,38; 0,42 і 0,46 т/га відповідно. Одержані дані найвищої врожайності в цих варіантах досліду узгоджуються з одержаними нами даними найвищої фізіолого-біохімічної та мікробної активності посівів, зокрема фотосинтетичної продуктивності, вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках, ферментативної активності.

Отже, МБП Діазобактерин, внесений як роздільно, так і в сумішах із РРР Радостим, накладає істотний відбиток на формування врожайності зерна гречки. Проте найвища врожайність зерна гречки формується в посівах за використання Діазобактерину у нормі 200 мл і Радостиму у нормі 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, це свідчить про вплив різних способів застосування Радостиму (обробка насіння + обробка посівів) на ростові процеси рослин

гречки, що в сукупності з мікробними складовими Діазобактерину, для яких створюється більша колонізаційна поверхня кореневої системи, забезпечує активізацію фізіологічних процесів у рослинах, спрямованих на формування високої врожайності посівів.

Цінність високих урожаїв характеризується якістю насіння. Літературні дані засвідчують позитивний вплив біопрепаратів на якість насіння сільськогосподарських культур [266, 267, 270, 271]. Так, використання для передпосівної інокуляції пшениці ярої Діазофіту і Поліміксобактерину на фоні внесення мінеральних добрив сприяло зростанню фізичних показників якості зерна, а саме – натури зерна до 786 г/л при 762 г/л у контролі та маси 1000 насінин – до 38,6 при 38,3 г у контролі [272]. Тому, важливе значення має дослідження впливу біологічних препаратів на формування високоякісних урожаїв гречки.

За збалансованим хімічним складом насіння та високою харчовою і енергетичною цінністю гречка займає провідне місце серед круп'яних культур світу. Зокрема, гречка є природним джерелом багатьох корисних речовин, серед яких легкозасвоювані білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, клітковина, вітаміни групи В, Р і РР. Біохімічні показники якості зерна, як і урожайність культури, є комплексною ознакою, прояв яких обумовлюється чинниками навколишнього середовища та умовами вирощування. Так, вміст білків та крохмалю в зерні гречки визначається погодними умовами в період формування та досягання зерна, місцем вирощування і сортовими особливостями.

За даними досліджень О. В. Тригуби [271], найбільшим вмістом білків у зерні вирізняються сорти гречки Єлена – 17,4% та Українка – 17,2%.

Як встановлено результатами наших досліджень, формування фізичних та хімічних показників якості зерна гречки сорту Єлена залежало як від погодних умов, так і від застосування в посівах МБП Діазобактерин і РРР Радостим.

Найвищі фізичні та хімічні показники якості зерна гречки формувалися в 2010 та 2011 рр., дещо нижчі – у 2012 р., що обумовлено менш сприятливими

умовами для рослин гречки щодо росту й розвитку, які обмежувалися нестачею вологи та підвищеними температурами.

У середньому за роки досліджень за використання Діазобактерину у нормах 150; 175; 200 мл для передпосівної обробки насіння маса 1000 насінин гречки збільшувалася на 1,9; 3,1 і 4,3%, натура зерна – до 2% проти контролю, а вміст білків складав 15,8; 15,8 і 15,9% при 15,7% у контролі. (табл. 4.2).

У значній мірі зростання маси 1000 насінин, натури зерна та вмісту білків відмічено у варіантах із сумісним застосуванням досліджуваних препаратів. Зокрема, за обробки насіння перед сівбою сумішшю Діазобактерину 150–200 мл та Радостиму у нормі 250 мл/т спостерігалось зростання показників натури зерна на 22–29 г/л, маси 1000 насінин – на 2,3–2,8 г та вмісту білків – на 0,5–0,6 % проти контролю, а проти варіантів окремої дії Діазобактерину натура зерна збільшувалася на 16–18 г/л, маса 1000 насінин – 1,7–1,8 г і вміст білків – на 0,4%. Одержані дані дають підставу стверджувати, що формування покращених показників якості зерна гречки за сумісної дії мікробного препарату Діазобактерин з регулятором росту рослин Радостим є наслідком створення більш сприятливих умов для росту й розвитку рослин, проходження у них основних фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, які лежать в основі формування високої продуктивності посівів.

Застосування у посівах Радостиму у нормі 50 мл/га в меншій мірі вплинуло на формування фізичних показників якості насіння порівняно із дією суміші препаратів, проте забезпечило зростання даних показників проти контролю, зокрема натури зерна на 1,9%, маси 1000 насінин – на 2,7%.

Дещо вищий результат у формуванні якості зерна відмічено за внесення Радостиму у тій же нормі, що й на фоні передпосівної обробки насіння Діазобактерином у нормах 150–200 мл. Так, маса 1000 насінин за дії зазначених препаратів становила 26,8–27,3 г при 25,4 г у контролі, а натура зерна – 585–593 г/л проти контролю – 567 г/л.

Таблиця 4.2

**Якість зерна гречки сорту Єлена за використання МБП
Діазобактерин та РРР Радостим (середнє за 2010–2012 рр.)**

Варіант досліджу	Маса 1000 насінин, г	% до контро- лю	Натура, г/л	% до контро- лю	Вміст білків, %	% до контро- лю
Без застосування препаратів (контроль)	25,4	100	567	100	15,7	100
Діазобактерин 150 мл	25,9	102	573	101	15,8	100,6
Діазобактерин 175 мл	26,2	103	576	102	15,8	100,6
Діазобактерин 200 мл	26,5	104	578	102	15,9	101,3
Радостим 250 мл/т	25,8	102	573	101	15,7	100
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	27,7	109	589	104	16,2	103,2
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	28,0	110	592	104	16,2	103,2
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	28,2	111	596	105	16,3	103,8
Радостим 50 мл/га	26,1	103	578	102	15,8	100,6
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	26,8	105	585	103	15,9	101,3
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	27,3	107	591	104	16,0	101,9
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	27,1	107	593	105	16,0	101,9
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	26,7	105	584	103	15,8	100,6
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	28,6	113	605	106	16,4	104,4
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	28,9	114	609	107	16,5	105,1
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	29,1	115	613	108	16,5	105,1

За комплексної дії на посіви Радостиму (обробка насіння перед сівбою та обприскування посівів у фазу появи першої пари справжніх листків) маса 1000 насінин перевищила контроль на 5,0%, на 2,9% збільшилась натура зерна проти контрольного варіанту, а вміст білків у зерні складав 15,8%.

Значний вплив на формування фізичних і хімічних показників якості зерна гречки спостерігався за комбінованого використання передпосівної обробки насіння сумішшю Діазобактерину у нормі 200 мл і Радостиму з

наступним обприскуванням посівів Радостимом, де маса 1000 насінин складала 29,1 г, що на 15% перевищувало контроль, натура зерна – 613 г/л проти показника у контролі – 567 г/л, вміст білків – 16,5% при 15,7% у контролі. Порівняно з варіантом Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) перевищення натури зерна становило 3–4%, маси 1000 зерен – 4–6%, вмісту білків – 1,2–1,9 %.

Таким чином, використання у технології вирощування гречки суміші препаратів МБП Діазобактерин і РРР Радостим забезпечує створення у посівах найсприятливіших умов для формування високопродуктивних посівів з належною якістю вирощеної продукції. Зокрема найвища врожайність гречки формується за обробки насіння перед сівбою Діазобактерином у нормах 175–200 мл на гектарну норму насіння сумісно з Радостимом у нормі 250 мл/т з наступним обприскуванням посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, що забезпечує достатньо високу прибавку зерна за збільшених показників натури, маси 1000 насінин і вмісту в зерні білків.

4.2. Економічна та біоенергетична ефективність застосування біологічних препаратів

Вирощування гречки є необхідною умовою успішного вирішення продовольчої проблеми у всіх регіонах України. Це обумовлено вкрай важливими споживчими властивостями одержуваної з неї продукції і значно нижчою затратомісткістю одиниці поживних речовин порівняно із продуктами тваринництва [273].

На сучасному етапі перед аграрним сектором України постає завдання підвищення економічної ефективності виробництва, збільшення обсягу валових зборів та поліпшення якості зерна гречки. Поодинокі літературні джерела свідчать про зростання показників економічної ефективності за використання біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, у тому числі й гречки [273–276].

Визначення економічної ефективності є важливою ланкою у системі критеріїв оцінки проведених заходів при вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури, яка показує доцільність проведених заходів, прибуток та рівень їх рентабельності.

У результаті економічної оцінки використання досліджуваних препаратів у посівах гречки нами встановлено, що найвищі економічні показники формувалися у варіантах досліду, де було одержано найвищі прибавки зерна. У середньому за використання для обробки насіння гречки перед посівом мікробного препарату Діазобактерин у нормі 150 мл на гектарну норму було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 204,1 грн./га, рівень рентабельності при цьому становив 109,3%, а окупність додаткових витрат 1,2 рази (табл. 4.3).

За використання для передпосівної обробки насіння гречки Діазобактерину зі збільшенням норми до 175 та 200 мл додатковий чистий прибуток становив 413,3 та 486 грн/га, рівень рентабельності при цьому складав 116,5 і 118,4% за окупності додаткових витрат в 2,1 і 2,2 рази відповідно до норм препарату.

Аналіз цих даних показує чітку залежність формування рівня показників економічної ефективності від норм внесення препарату та урожайності культури.

При використанні для обробки насіння гречки перед сівбою суміші мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим показники економічної ефективності були вищими у порівнянні з варіантами з окремою дією препаратів. Зокрема за використання Діазобактерину в нормі 150; 175 і 200 мл сумісно з Радостимом у нормі 250 мл/т для передпосівної обробки насіння гречки, додатковий чистий прибуток складав 998,1; 1113,6 і 1233,3 грн./га за рентабельності виробництва 138; 142 і 145% та окупності додаткових витрат – 4,5; 4,5 і 4,6 рази відповідно до норм

Таблиця 4.3

Економічна ефективність застосування МБП Діазобактерин і РРР Радостим у посівах гречки (2010–2012 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на виращування, 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)	1,03	-	2317,8	-	4839,1	-	2516,3	2250,3	109	-	-
Діазобактерин 150 мл	1,11	0,08	2489,2	171,4	5209,6	375,5	2720,4	2242,5	109	204,1	1,2
Діазобактерин 175 мл	1,16	0,13	2514,6	196,8	5444,2	610,1	2929,6	2167,7	117	413,3	2,1
Діазобактерин 200 мл	1,18	0,15	2535,7	217,9	5538,1	703,9	3002,4	2148,9	118	486,0	2,2
Радостим 250 мл/т	1,08	0,05	2368,5	50,7	5068,8	234,7	2700,3	2193,0	114	184,0	3,6
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т	1,29	0,26	2540,0	222,2	6054,4	1220,3	3514,4	1968,9	138	998,1	4,5
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т	1,32	0,29	2565,3	247,5	6195,2	1361,1	3629,9	1943,4	142	1113,6	4,5
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т	1,35	0,32	2586,3	268,5	6335,9	1501,8	3749,6	1915,8	145	1233,3	4,6
Радостим 50 мл/га	1,15	0,12	2417,3	99,5	5397,3	563,2	2980,0	2102	123	463,7	4,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	1,21	0,18	2588,7	270,9	5678,8	844,8	3090,1	2139,4	119	573,9	2,1
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	1,25	0,22	2614,1	296,3	5866,6	1032,5	3252,5	2091,3	124	736,2	2,5
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	1,27	0,24	2635,2	317,4	5960,5	1126,4	3325,3	2074,9	126	809,0	2,5
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	1,17	0,14	2468,1	150,3	5491,2	657,1	3023,1	2109,5	123	506,8	3,4
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	1,41	0,38	2639,5	321,7	6617,5	1783,4	3978,0	1871,9	151	1461,7	4,5
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	1,44	0,41	2664,8	347	6758,3	1924,2	4093,5	1850,6	153	1577,2	4,6
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га	1,49	0,46	2685,6	367,8	6993	2158,9	4307,4	1802,4	160	1791,1	4,9

препарату, що на 794; 700,3 і 747,3 грн./га перевищувало додатковий чистий прибуток проти варіантів окремої дії Діазобактерину, при цьому рентабельність виробництва зростала на 29,1; 25 і 26,5% за окупності додаткових витрат у 3,3 і 2,4 рази відповідно.

Економічно доцільним було використання для обробки посівів РРР Радостим на фоні передпосівної обробки насіння Діазобактерином. За дії 150; 175 і 200 мл Діазобактерину та обробки вегетуючих рослин Радостимом у нормі 50 мл/га додатковий чистий прибуток становив 573,9; 736,2 і 809 грн./га, за рентабельності – 119–126% та окупності додаткових витрат 2,1 і 2,5 рази.

За поєднання передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Діазобактерин у нормах 150; 175 і 200 мл з Радостимом у нормі 250 мл/т та за наступної обробки посівів на їх фоні Радостимом у нормі 50 мл/га додатковий чистий прибуток становив 1461,7; 1577,2 і 1791,1 грн./га за рентабельності виробництва у 151; 153 і 160% та окупності додаткових витрат у 4,5; 4,6 і 4,9 рази відповідно.

У середньому за три роки досліджень найвищий економічний ефект було досягнуто за комплексного застосування досліджуваних біологічних препаратів Діазобактерин у нормі 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га. За даної композиційної суміші додатковий чистий прибуток і рівень рентабельності виробництва перевищували контроль відповідно на 1791,1 грн./га та 52% за окупності додаткових витрат у 4,9 рази.

Отже, аналізуючи дані економічної оцінки застосування досліджуваних біологічних препаратів у посівах гречки, можна відмітити, що найбільш економічно вигідним було комбіноване застосування МБП Діазобактерин і РРР Радостим для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Радостимом. Дана композиція біопрепаратів забезпечувала збільшення приросту врожаю за підвищених показників економічної ефективності виробництва гречки.

Аналіз енергетичної ефективності використання у посівах гречки МБП Діазобактерин окремо та у поєднанні із РРР Радостим показав, що енергетично доцільною є комплексна дія досліджуваних препаратів (табл. 4.4). Так, за

використання для обробки насіння перед сівбою Діазобактерину у нормах 150–200 мл енерговитрати становили 22493–22815 МДж/га при 83224–86697 МДж/га енергії отриманого врожаю, що позитивно вплинуло на формування коефіцієнту енергетичної ефективності, який становив 3,7–3,8 при 3,6 у контролі.

Таблиця 4.4

**Енергетична ефективність використання у посівах гречки МБП
Діазобактерин і РРР Радостим (2010–2012 рр.)**

Варіант досліджу	Енерговитрати, МДж/га	Енергія врожаю, МДж/га	K _{еє}
Без застосування препаратів (контроль)	22023	79282	3,6
Діазобактерин 150 мл	22493	83224	3,7
Діазобактерин 175 мл	22657	83830	3,7
Діазобактерин 200 мл	22815	86697	3,8
Радостим 250 мл/т	22197	79909	3,6
Діазобактерин 150 мл+Радостим, 250 мл/т	23412	93648	4,0
Діазобактерин 175 мл+Радостим 250 мл/т	23645	96944	4,1
Діазобактерин 200 мл+Радостим 250 мл/т	23876	97891	4,1
Радостим 50 мл/га	22502	85507	3,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 50 мл/га	22925	87115	3,8
Діазобактерин 175 мл + Радостим 50 мл/га	23015	89758	3,9
Діазобактерин 200 мл + Радостим 50 мл/га	23210	90519	3,9
Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/т	22376	83531	3,7
Діазобактерин 150 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24249	101845	4,2
Діазобактерин 175 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24393	104889	4,3
Діазобактерин 200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл /га	24508	105384	4,3

Водночас за використання тих же норм мікробного препарату Діазобактерин сумісно з регулятором росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т енерговитрати на вирощування культури збільшилися, проте до 93648–97891 МДж/га зростала й енергія врожаю та показники K_{еє}, які складали 4,0–4,1, що

проти варіантів окремої дії Діазобактерину забезпечило зростання енергії врожаю на 10424–13114 МДж/га, а K_{ee} – на 8–11%.

За використання Радостиму у нормі 50 мл/га на фоні дії Діазобактерину спостерігалось зменшення врожайності культури та відповідно енергії отриманого врожаю проти варіантів із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Діазобактерину і Радостиму, проте у відношенні до контролю енергія врожаю збільшилась на 10–14%, що забезпечило формування показника K_{ee} на рівні 3,8–3,9 при 3,6 у контролі.

Висока енергетична ефективність у посівах гречки була відмічена за комплексної дії суміші Діазобактерину 150; 175 і 200 мл і Радостиму 250 мл/т та обприскування посівів Радостимом у нормі 50 мл/га. Так, у даних варіантах досліду енергія одержаного врожаю зростала відносно контролю на 22563–26102 МДж/га, або – 28–33% за збільшення рівня енергетичної ефективності до 4,2–4,3 при 3,6 у контролі, а проти варіантів Діазобактерин + Радостим (обробка насіння перед сівбою) – на 8197; 7945 і 7493 МДж/га щодо енергії врожаю та на 3% – K_{ee} .

Як показали результати досліджень використання композиції мікробного препарату Діазобактерин у нормах 175–200 мл з регулятором росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т з наступною обробкою посівів Радостимом у нормі 50 мл/га забезпечувало формування додаткового врожаю в середньому на рівні 0,41–0,46 т/га, що складало 1577–1791 грн./га додаткового прибутку за рівня рентабельності 153–160% при окупності додаткових витрат – 4,6–4,9 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності – 4,3.

Отже, застосування екологічно безпечних та найбільш економічно і енергетично вигідних технологій вирощування гречки має аргументовані підстави успішного вирішення проблеми біологізації сучасного аграрного виробництва.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

У монографії наведено обґрунтування особливостей дії різних норм мікробного препарату Діазобактерин, внесеного за різних способів застосування регулятора росту рослин Радостим, на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах гречки та мікробні процеси в ґрунті, врожайність, якість зерна та економічну й енергетичну ефективність вирощування культури.

Встановлено, що застосування мікробного препарату Діазобактерин окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Радостим зумовлює зростання активності в рослинах гречки основних антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз, проте їх активність залежить від норм внесення Діазобактерину та способу поєднання їх використання із РРР Радостим. Значне підвищення активності антиоксидантних ферментів в листках гречки простежується за обробки насіння перед сівбою сумішшю Діазобактерину та Радостиму з наступною обробкою вегетуючих рослин Радостимом (активність каталази у фазу галушення стебла рослин зростала на 79–112%, пероксидази – 25–29%, поліфенолоксидази – 44–58%), що узгоджується з інтенсифікацією проходження в рослинах обмінних процесів, невід’ємною складовою яких є ферменти.

Виявлено позитивний вплив досліджуваних препаратів на формування і функціонування пігментного комплексу листкового апарату гречки: обробка насіння перед сівбою комплексом Діазобактерину 150–200 мл з Радостимом 250 мл/т та наступне обприскування по даному фону посівів Радостимом 50 мл/га забезпечує зростання вмісту в листках гречки суми хлорофілів *a* і *b* у фазу початку цвітіння на 27–29%, що може свідчити про створення в рослинах більш сприятливих умов для проходження фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й спрямованих на функціонування пігментного комплексу литкового апарату культури.

Встановлено зростання інтенсивності дихання рослин за використання в посівах гречки мікробного препарату Діазобактерин та регулятора росту рослин Радостим (4–18%), проте вищими показники інтенсивності дихання були у варіантах досліді з підвищеною ферментативною активністю (кореляційна

залежність складала 0,83).

Досліджено вплив мікробного препарату Діазобактерин, внесеного як роздільно, так і в сумішах із регулятором росту рослин Радостим, на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату рослин гречки. Оптимальний за анатомічною структурою листковий апарат мезоморфного типу формується за використання Діазобактерину у нормах 175–200 мл і Радостиму у нормі 250 мл/т для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів Радостимом у нормі 50 мл/га, де площа клітин епідермісу листків збільшувалася до 35% за коефіцієнта морфоструктури 0,92–0,95. Ці ж варіанти досліду забезпечували на 17–27% формування більшого за площею листкового апарату, який тісно корелював з показником анатомічної морфоструктури ($r=0,88$).

З'ясовано вплив на фотосинтетичні процеси рослин гречки композиції Діазобактерин 175–200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га, яка забезпечує зростання чистої продуктивності фотосинтезу посівів у середньому на 21%. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між чистою продуктивністю фотосинтезу та вмістом у листках рослин гречки хлорофілу й інтенсивністю дихання (відповідно $r=0,68$; 0,73).

Встановлено, що Діазобактерин і Радостим значно активізують в посівах гречки розвиток ризосферної мікробіоти, викликаючи позитивні зміни в її кількісному і якісному складі: за комплексного використання препаратів (Діазобактерин + Радостим – обробка перед сівбою насіння + Радостим – обробка посівів) загальна чисельність бактерій ризосфери зростає до 26%, водночас – амоніфікуючих, нітрифікуючих бактерій, азотфіксувальних бактерій родів *Azotobacter* і *Azospirillum* – до 48%.

Досліджено, що найвища врожайність зерна гречки формується за комплексного використання в посівах препаратів: Діазобактерин 175–200 мл + Радостим 250 мл/т + Радостим 50 мл/га. Дані композиції забезпечують приріст зерна на рівні 0,41–0,46 т/га за покращених показників якості: натура підвищується на 7–8%, маса 1000 насінин – 13–15%, вміст білка зростає на 0,8%.

Найвищий економічний ефект формується за використання для передпосівної обробки насіння гречки суміші Діазобактерину 175–200 мл з Радостимом 250 мл/т з наступною обробкою посівів Радостимом 50 мл/га. Дані композиції забезпечують одержання додаткового прибутку на рівні 1577–1791 грн./га за рентабельності 153–160%, окупності додаткових витрат у середньому до 5,0 разів при коефіцієнті енергетичної ефективності 4,3.

Представлені експериментальні фізіолого-біохімічні, анатомічні та мікробіологічні дані щодо інтегрованої дії біологічних препаратів на продукційні процеси рослин гречки з отриманням високих врожаїв, можуть слугувати науковим підґрунтям для розробки та впровадження у виробництво інших композицій препаратів, що забезпечують одержання високоякісного врожаю за екологічно безпечних агротехнологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шувар І. На шляху до біологізації. Агробізнес сьогодні. 2011. № 1–2. С. 34–35.
2. Ткаленко Г. М. Мікробіологічний метод в інтегрованому захисті посівів сільськогосподарських культур. Карантин і захист рослин. 2004. № 11. С. 27–28.
3. Старчевський І. П. Біологізація землеробства. Карантин і захист рослин. 2004. № 11. С. 25–26.
4. Зубець М. В., Безуглий М. Д. Економічні аспекти реформування аграрно-промислового комплексу України. К.: Аграр. Наука. 2010. 17с.
5. Тимчишин О. Ф. Продуктивність гречки залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу України. Автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. – «Рослинництво». Київ. 2015 – 20 с.
6. Степанов В. Н. Основы агрономии. М.: «Колос». 1977. 352 с.
7. Єфіменко Д. Я., Яшовський Д. Я. Гречка і просо в інтенсивних сівоzmінах. К. : Урожай. 1992. 168 с.
8. Лосев С. Н. Гречиха. М. : Россельхозиздат. 1978. 174 с.
9. Гойчук А. Ф., Копитко П. Г., Грицаєнко З. М., Тріфонова М. Ф. Біологічні та агроекологічні основи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2003. Вип. 1. С. 5–8.
10. Грицаєнко З. М. Еколого-біологічна основа і продуктивність сільськогосподарських культур за дії фізіологічно активних речовин. Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. Зб. наук. праць Уманського НУС. 2011. Вип. 77. Ч. 1. С. 14–25.
11. Пономаренко С. П., Боровиков Ю. Я., Николаенко Т. К. [и др.]. Перспективы создания экологически безопасных регуляторов роста растений, средств защиты и технологий их применения в сельскохозяйственной продукции. Сборн. мат. конф., март 1992. Киев. 1992. С. 14.

12. Карпенко В. П., Полторецкий С. П., Притуляк Р. Н. Влияние гербицида и регуляторов роста растений на биологическую активность почвы в посевах ярового ячменя. Периодический журнал научных трудов. 2012. № 2 (5). С. 9–11.
13. 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 Horticulturae1009. Strasbourg. 2013. P. 225–234.
14. Patyka V. H., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. Мікробіологічний журнал. 2014. Т. 76. №1. С. 21–26.
15. Пономаренко С. П., Черемха Б. М. Біостимулятори росту рослин у науковому забезпеченні АПК. Пропозиція. 1997. № 2. С. 22–24.
16. Педоренко І. Ю., Баланда О. В. Природні біостимулятори росту та розвитку сільськогосподарських культур. Мат. міжн. конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблемах сьогодення». Кам'янець-Подільськ. 2012. С. 63–64.
17. Моргун В. В., Яворська В. К., Драговоз І. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 35. № 5. С. 371–375.
18. Яворська В. К., Драговоз І. В., Богданович А. В. [та ін.]. Регулятори росту природного походження як засоби підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Физиология и биохимия культурных растений. 2008. Т. 40. № 4. С. 292–298.
19. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Пропозиція. 2004. № 10. С. 48–50.
20. Анішин Л. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. Пропозиція. 2002. № 5. С. 64–65.
21. Бородавченко А. А., Дорожкина Л. А. Как снизить гербицидную нагрузку на ячмень. Защита и карантин растений. 2006. № 6. С. 30.

22. Грицаєнко З. М. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Розробка екологічно безпечних заходів боротьби з бур'янами в посівах тритикале озимого. Збірник тез III Міжвузівської наукової конференції з міжнародною участю [«Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»], (Умань, 11 – 12 жовтня 2012 р.). Умань. 2012. С. 20–23.

23. Карпенко В. П. Структурна організація і функціональна активність листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів. Вісник агрономії. 2011. № 15 (1). С. 23–28.

24. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Стан пігментного комплексу листового апарату ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених. Умань. 2013. Ч. 1. С. 56–58.

25. 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.

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

27. 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.

28. 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.

29. Дерендовська А., Жосан С. Хлорофильные показатели и их связь с продуктивностью растений озимого ячменя. Stiinta agricola. 2008. № 1. С. 4–6.

30. Дуденко Н. В., Адрианова Ю. Е., Максютова Н. Н. Формирование хлорофильного фотосинтетического потенциала пшеницы при сухой и влажной погоде. Физиология растений. 2002. 49. № 5. С. 684–687.

31. Моргун В. В., Санін Є. В., Швартау В. В. та ін. Клуб 100 центнерів. К. : Логос. 2008. 87 с.
32. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізій Д. А. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв озимої пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2008. 40. № 6. С. 463–479.
33. Петрова Л. Н., Гудиева О. Ю. К оценке сортовых особенностей механизма формирования урожайности зерна у озимой пшеницы. Науч. электрон. журн. Куб. аграр. ун–та. 2006. № 4. С. 1–4.
34. Прядкина Г. А., Шадчина Т. М. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы. Физиология и биохимия культурных растений. 2009. 41. № 2. С. 59–68.
35. Шадчина Т. М., Прядкіна Г. О., Моргун В. В. Зв'язок між характеристиками фотосинтетичного апарату та зерновою продуктивністю у різних сортів озимої пшениці. Досягнення і проблеми генетики, селекції і біотехнології: Зб. наук. праць. 2007. Т. 2. С. 410–415.
36. Kutasy E., Csajbok J , Hunyadi B. E. Relations between yield and photosynthetic activity of winter varieties. Cereal Res. Communic. 2005. 33. № 1. P.173–176.
37. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b* , as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J. Plant Physiol. 1994. № 3. P. 307–313.
38. Талабенкова Г. Н., Куренкова С. В., Головки Т. К. Физиолого-биохимическая оценка параметров продукционного процесса ячменя в условиях севера. Физиология и биохимия культурных растений. 2006. Т. 38. № 6. С. 515–525.
39. 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.
40. Литвин Л., Закалик Г., Цвілінюк 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.

41. 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.

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

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

44. Мальцева Н. М., Гаєвський А. П., Дерев'янка К. Ю. Вплив біологічно активних речовин та їх композицій на вміст фотосинтетичних пігментів у листках озимої пшениці в умовах дефіциту фосфору. Физиология и биохимия культурных растений. 2011. Т. 43. № 5. С. 403–411.

45. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту – ефективний засіб підвищення продуктивності зернових культур. Пропозиція. 2003. № 3. С. 60.

46. Розборська Л. В. Вплив сумісного застосування гербіциду Естерону та біостимулятора росту на вміст хлорофілу в листках пшениці озимої. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2011. Ч. 1. С. 103–104.

47. Білоножко В. Я., Карпенко В. П., Полторецький С. П. [та ін.] Фізіолго-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.

48. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Мостов'як І. І. Ефективність бакових сумішей гербіциду Калібр 75 з біологічними препаратами у посівах ячменю ярого. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». К. 2010. Вип.4. С. 113–119.

49. Пономаренко С. П., Боровикова Г. С., Боровиков Ю. Я. Новые индукторы устойчивости растений с регуляторными и биозащитными свойствам. Материалы V Межд. Науч. конф. «Регуляция роста, развитие и продуктивности растений» Институт експериментальной ботаники НАН Беларуси. Минск : Право и економика. 2007. С. 12.

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

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

52. 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.

53. Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та. 2002. 208 с.

54. Finkel T., Holbrook N. J. Oxidants, oxidative atress and the biology of againg. Nature. 2000. V.480. P. 239–247.

55. 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.

56. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М. : КДУ, 2007. 140 с.

57. Кузнецова Н. Н., Кабузенко С. Н. Изменение окислительно-восстановительных процессов в растениях кукурузы под действием засоления и регулятора роста Ивина. Мат. конф. [«Биологические препараты в растениеводстве»]. (Киев, 10–13 июня 2008 г.). К. 2008. С. 117.

58. Грицаєнко З. М., Леонтюк І. Б. Активність окисно-відновних ферментів в рослинах озимої пшениці після різних попередників при застосуванні хімічних і біологічних препаратів. Вісник УДАУ. 2006. № 1–2. С. 9–3.
59. Шумік С. А. Таран Н. Ю., Драга М. В. [та ін.]. Вивчення особливостей дії регуляторів росту на адаптивні властивості зернових культур. Регулятори росту рослин у землеробстві : Зб. наук. пр. К. 1998. С. 40–44.
60. Пономаренко С. П., Анишин Л. А., Жилкин В. О.[та ін.]. Технология применения PPP в земледелии. Справочное пособие. К., 2003. 54 с.
61. Iba K. Acclimative response to temperature stress in higher plants: Approach to the gene engineering for temperature tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 2002. 53. P. 225–245.
62. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск : Белорус. Наука. 2008. 133 с.
63. Деева В. П., Веденеева А. Н., Санько Н. В. [и др.]. Физиолого–биохимические особенности формирования устойчивости и продуктивности различных генотипов при воздействии регулятора роста. Біологічні науки і проблеми рослинництва : Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2003. С. 20–25.
64. Рахматуллина С. Р., Федяев В. В., Талипов Р. В. [и др.]. Влияние препарата рифтал на морфофизиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании. Агрохимия. 2007. № 5. С. 42–48.
65. Драговоз І. В., Яворська В. К., Волкогон М. В. Різна фізіологічна спрямованість дії регуляторів росту на основі природної сировини та її вплив на стабілізацію продукційного процесу зернових культур. Сб. мат. Межд. конф. [«Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве»]. (Киев, 12–16 июня 2007 г.). Киев. 2007. С. 11.
66. Патики В. П., Гармашов В. В., Калініченко А. В. Морфофізіологічні дослідження впливу біопрепаратів азотфіксувальних бактерій на формування елементів продуктивності озимої пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т. 36. № 3. С. 239–249.

67. 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, 18–24 июня 2007 г.). Сыктывкар. 2007. Ч. 2. С. 243–244.
68. Шевчук М. Й., Кичук С. В., Коломієць В. О. Агат-25К – біофунгіцид нового покоління. Пропозиція. 2003. № 3. С. 70–71.
69. Симочко Л. Ю. Біоценотична діяльність домінуючих бактерій ризосфери озимої пшениці. Автореферат дис. на зд. наук. ступеня кандидата біологічних наук : спец. 03.00.16. – «Екологія», Інститут агроєкології та біотехнології УААН. Київ, 2004. 16 с.
70. Patyka V.H., Pasichnyk L.A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. Мікробіологічний журнал. 2014. 76, №1. С. 21–26.
71. Заболотний О. І. Біологічні процеси в рослинах і ґрунті та продуктивність кукурудзи при застосуванні гербіциду Базис 75, Зеастимуліну і Рексоліну в умовах Правобережного Лісостепу України. Автореф. дис. на здоб наук. ступеня кандидат с.-г. наук : спец. 03.00.12. – «Фізіологія рослин». Умань. 2007. 21 с.
72. Волкогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві. Посібник українського хлібороба. 2010. С. 139–140.
73. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Мікробіологічна активність ґрунту в ризосфері тритикале озимого за дії гербіцидів різних хімічних класів і регулятора росту рослин Біолану. Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: Матеріали VII наукової конференції молодих вчених. – Чернігів : ЦНТЕІ. 2010. С. 12–14.
74. Okon Y., Itzigsohn R., Burdman S. , Hampel M. Advanced in agronomy and ecologi of the Azospirillum. Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications. 1995. P. 635–640.
75. Моргун В. В., Коць С. Я, Кириченко Е. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение. Физиология и биохимия культурных растений. 2009. Т. 41. № 3. С. 187–207.

76. Малиновська І. Особливості мікробних угруповань ризосфери фітоценозів різного типу / І. Малиновська, І. Домбровська // Вісник КНУ ім. Т. Г. Шевченка. – 2013. – Вип. 63. – С. 49–52.
77. Карпенко В. П., Притуляк Р. Н., Полторецкий С. П., Мостовяк И. И., Фоменко А. А. Влияние гербицида и регуляторов роста растений на развитие бактерий в ризосфере ярового ячменя. Материалы Международной заочной научно-практической конференции [«Тенденции развития биологии, химии, физики»], (Новосибирск, 6 марта 2012 г.) –Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов». 2012. С. 6–12.
78. Левішко А. С. Особливості соєво-ризобіального симбіозу різної ефективності / А. С. Левішко, П. М. Маменко // Імунологія та алергологія : наука і практика. – 2014. – № 1. – С. 67–68.
79. Шерстобоева О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угруповання ризосфери рослин. Мікробіологічний журнал. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.
80. Юрчак Л. Д., Заіменко Н. В., Мороз П. А. [та ін.] Екологічна роль біорізноманіття в культурних фітоценозах. Агроєкологічний журнал. 2009. № 1. С. 46–53.
81. Шерстобоева О. В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства. Агроєкологічний журнал. 2007. № 1. С. 67–70.
82. Тихонович И., Круглов Ю. Биопрепараты в сельском хозяйстве. М., 2005. 154 с.
83. Логачев В. В., Анисимов М. М, Золотарева Е. В. [и др.] Новые биологически активные препараты. Карантин и защита растений. 2010. С. 36–37.
84. Скляничук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН» (спецвипуск). К. : ЕКМО, 2006. Вип. 29. С. 112–118.

85. Патика В. П. Біологічне землеробство як фактор сталого розвитку агроєкосистем. Матеріали міжнародної конференції «Сталий розвиток агроєкосистем». Вінниця. 2002. С. 5–9.

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

87. Патика В. П., Омелянець Т. Г., Гринник І. В., Петриченко В. Ф. Екологія мікроорганізмів. К. : Основа. 2007. 192 с.

88. Barbieri P., Galli E. Effect on wheat root development of inoculation with an *Azospirillum brasilense* mutant with altered indole-3-acetic acid production. Res. Microbiol. 1993. V. 144. P. 69–75.

89. Kocsy G., Tari I., Vankova R. [et al.]. Redox control of plant growth and development. Plant Science. 2013. Oct. 211:77–91.

90. Araújo W. L., Fernie A. R., Nunes-Nesi F. Control of stomatal aperture: a renaissance of the old guard. Plant Signaling & Behavior . 2011. 6. P. 1305–1311.

91. 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.

92. Шерстобоева О. В., Коваленко Т. М. Вирощування конюшини за використання мікробних препаратів. Зб. наук. праць Національного наукового центру „Інститут землеробства УААН”. – К., 2006. Спецвипуск. С. 235–238.

93. Алексєєв О. О., Патика В. П. Вплив бактеріального штаму *Bradyrhizobium japonicum* М 8 та 634 Б на біометричну характеристику та продуктивність вірусостійкого сорту сої Горлиця. Імунологія та алергологія: наука і практика. 2014. № 1. С. 31.

94. 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.

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

96. Леонова Н. О. Фізіологічна активність *Bradyrhizobium japonicum* та ефективність соєво-ризобіального симбіозу за дії фіторегулювальних речовин. Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. біологічних наук : спец. 03.00.07. – «Мікробіологія». Київ. 2006. 21 с.

97. Макаренко С. П., Ковтун К. П., Михайлов К. С. Наукове обґрунтування прогресивних технологій в луківництві. Корми і кормовиробництво. 1999. Вип. 46. С. 82–95.

98. Вознюк С. В., Ляска С. І., Титова Л. В. Вплив комплексної інокуляції на стійкість до захворювань та урожайність сої за обробки фунгіцидом. Імунологія та алергологія : наука і практика. 2014. № 1. С. 39.

99. 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.

100. Чабанюк Я. В. Формування та активність мікробного угруповання ризосфери злакових культур за дії комплексу мікробних препаратів та органо-мінеральних. Автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.07. – «Мікробіологія». Київ. 2006. 18 с.

101. Цигура Г. О., Погорілько М. Я. Застосування біопрепаратів фосформобілізуючих бактерій для обробки насіння сільськогосподарських культур. Бюл. Інституту с.-г. мікробіології УААН. 2000. № 6. С. 56–60.

102. Усманова Г. О. Агроєкологічні основи застосування фосфатномобілізуючих бактерій при вирощуванні олійних культур. Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16. – «Екологія». Київ. 2005. 19 с.

103. Усманова Г. О., Патика В. П. Застосування альбобактерину і поліміксобактерину для обробки насіння сільськогосподарських культур. Агроєкологічний журнал. 2004. № 4. С. 70–74.

104. 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.
105. Duah-Yentumi S., Johnoson D. B. Changes in soil microflora in response to repeated applications of some pesticides. Soil. Biol. Biochem. 1986. V. 18. № 6. P. 629–635.
106. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління у сільськогосподарському виробництві. Івано-Франківськ. 2008. 21 с.
107. 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.
108. Шикула М. К., Воробей І. І., Дульнев П. Г. Застосування біостимуляторів росту і розвитку рослин у ґрунтозахисному землеробстві. Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві. К. : Оранта. 1998. С. 386–399.
109. Патыка В. Ф., Наумов Г. Ф., Подоба Л. В. Агроэкологическая роль азотфиксирующих микроорганизмов в аллелопатии высших растений. Под ред. В. Ф. Патыки. К. : Основа. 2004. 320 с.
110. Чайковська Л. А., Баранская М. И. Влияние фиторегулятора биолана на синтез физиологически активных веществ бактерией *Enterobacter nimipressuralis* 32-3. Матер. Межд. науч. конф «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии». Минск. 2008 Т. 1. С. 311.
111. Пацко О. В., Гончар Ю.О., Паришкова Т. В. Перспективи використання азотфіксуючих мікроорганізмів та водоростей для підтримання екологічно стійких агроєкосистем. Агроєкологічний журнал. 2009. № 2. С. 82–83.

112. Генералова В. М., Веденічева Н. П., Мартин Г. Г. Дослідження формативного ефекту ІОК в проростках одно- та дводольних рослин. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть : Зб. наук. праць. К., 2001. Т. 1. С. 292–294.

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

114. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Якісні показники зерна тритикале озимого за розрізненої та інтегрованої дії різних норм гербіцидів і регулятора росту рослин. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки». Умань. 2014. С. 45–47.

115. Крамарев С. Г. Комплексное использование регуляторов роста растений и микроэлементов в хелатной форме и внекорневой подкормки агроценозов зерновых культур. Мат. конф. Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. К. 2008. С. 107–108.

116. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Мат. конф. Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. К. 2008. С. 42–46.

117. Косаківська І. В. Екологічний напрям у фізіології рослин: досягнення й перспективи. Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т. 39. № 4. С. 279–324.

118. Шерстобоева О. В. Роль мікробіологічних препаратів у підвищенні продуктивності рослин екологічно безпечним методом. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т.36. № 3. С. 229–238.

119. Ющенко Л. Біологічні засоби в захисті рослин. Пропозиція. 2013. № 1. С. 72–74.

120. Ernst-Detlef Schulze., Erwin Beck, Klaus Muller-Hohenstein. Plant Ecology. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg. 2002. 692 p.

121. Костин О. В., Мударисов Ф. А., Музурова О. Г. Изменение урожайности и качества зерна озимой пшеницы под влиянием рострегуляторов. Зерновое хозяйство. 2007. № 7. С. 10–11.

122. Грибков М. В., Фигурин В. А., Кислицына А. П. Повышение экономической и энергитической эффективности производства зерна путем биологизации земледелия. *Зерновое хозяйство*. 2008. № 3. С. 26–28.
123. Хом'як П. В. Екологічні аспекти застосування регуляторів росту рослин у землеробстві. *Екологія*. 2009. Вип. 94. Т. 107. С. 54–55.
124. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений. М. : Наука. 2002. 294 с.
125. Пономаренко С. П., Іутинська Г. О. Регулятори росту в агробіоценозах: нові рішення. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліття*. 2001. Т. 1. С. 379–383.
126. Пономаренко С. П., Анишин Л. А., Жилкин В. А., Грицаенко З. М. Технологии применения регуляторов роста растений в земледелии. Методическое пособие. 2003. 56 с.
127. Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. 2004. 750 p.
128. Копилов Є. П. Грибні препарати – ефективні засоби біоконтролю збудників хвороб сільськогосподарських культур. К. : Аграрна наука. 2006. 312 с.
129. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І. Оптимізація вмісту фітогормонів у мікробних препаратах для рослинництва. *Імунологія та алергологія : наука і практика*. 2014. С. 129–130.
130. Патики В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. Мікроорганізми як альтернативне землеробство. К. : Урожай. 1993. 176 с.
131. Серегина И. И. Сучкова Е. В., Н. Т. Ниловская Н. Т. Газообмен растений яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения циркона. Тез. докл. Междунар. конф. «Современная физиология растений : от молекул до экосистем». Сыктывкар. 2007. С. 364–365.
132. Дятлова К. Д. Микробные препараты в растениеводстве. *Соросовский образовательный журнал. Биология*. 2001. № 35. С. 4–18.
133. Добровольская Т. Г. Структура бактериальных сообществ почв. М. : НКЦ «Академкнига». 2002. 282 с.

134. Злотников А. К., Казакова М. Л., Злотников К. М. Новый бактериальный эндофит сельскохозяйственных культур. С.-х. биология. Сер. биология растений. 2006. № 3. С. 62–66.
135. Курдиш И. К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. – К. : КВІЦ, 2001. – 142 с.
136. Лисицина Р. А., Рахимбаев И. Р. Фитогормоны – регуляторы роста растений. М. : Наука, 1980. С. 106–119.
137. Lugtenberg B. J., de Weger L. A , Bennett J. A. Microbial stimulation of plant growth and protection from disease. Curr. Opin. Microbiol. 1991. V. 2. P. 457–464.
138. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К. : Наукова думка. 2010. 255 с.
139. 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.
140. Пида С. В., Солодюк Н. В., Левченко Т. М. Роль біологічного азоту в підвищенні насіннєвої продуктивності люпину. Збірник наукових праць Національного наукового центру “Інститут землеробства УААН” (спецвипуск). К. : ЕКМО, 2006. С. 153–161.
141. Танчик С. П., Кожухар Т. В. Вплив передпосівної інокуляції насіння азотфіксуючими мікроорганізмами на урожайність та якість зерна пшениці озимої. Наукові доповіді НУБіП. 2010. № 2 (18). С. 1–7.
142. Григор’єв Т. М. Ефективність регуляторів росту та біопрепаратів при вирощуванні ярого ячменю на чорноземі звичайному північного Степу України. Зб. наук. праць УНУС. 2010. Вип. 74. С. 33–38.
143. Гораш О. С., Хоміна В. Я. Реакція сортів гречки на регулятори росту рослин. Вісник аграрної науки. 2009. № 5. С. 45–47.
144. Касынкина О. М. Формирование урожая тритикале под воздействием биологических препаратов. Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 2–3.

145. Хоміна В. Я. Сортова реакція та продуктивність гречки залежно від впливу регуляторів росту в умовах Південної частини західного Лісостепу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. – «Рослинництво». Вінниця, 2004. 21 с.

146. Волкогон В. В. Ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы. Мікробіологічний журнал. 2000. Т. 62 № 2. С. 51–68.

147. Іутинська Г. О., Патика В. П. Сучасний стан і перспективи розвитку ґрунтової мікробіології в Україні. Бюл. Інституту с.-г. мікробіології. 2000. № 6. С. 109–117.

148. Кожемяков А. П., Тимофеева С. В., Попова Т. А. Разработка и перспективы использования биопрепаратов комплексного действия. Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 42–43.

149. Каленська С. М., Цюк Ю. В. Вплив Агробактерину на продуктивність озимого жита. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». К., 2006. Спецвипуск. С. 90–97.

150. Надкернична О. В., Мельничук Т. М. Використання бактеріальних препаратів для біоконтролю фітопатогенних мікроорганізмів. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К. : Аграрна наука, 2006. С. 235–242.

151. Черемха Б. М. Біостимулятори росту. Вплив на урожайність та якість продукції. Захист рослин. 1997. № 12. С. 17–19.

152. Карпенко В. П. Залежність розвитку ризосферної мікробіоти ячменю ярого від комплексної дії гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилічних кислот і біологічних препаратів. Мат. VII наук. конф. молодих вчених [«Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві»], (Чернігів, 21–24 вересня 2010 р.). Чернігів: Видавництво ЧЦНТІ. 2010. С. 14–17.

153. Пономаренко С. П. За менших норм пестицидів. Захист рослин. 2001. № 11. С. 5–6.

154. Грицаєнко З. М., Леонтюк І. Б. Ефективність сумісного застосування Гроділу Максі сумісно з Біоланом в посівах озимої пшениці. Мат. конф.

[«Биологические препараты в растениеводстве»], (Київ, 10–13 липня 2008 р.). К., 2008. С. 84.

155. Кулик А. П., Гармаш С. Н. Исследование влияния натурального стимулятора роста растений Биогумат на урожайность ячмен. Мат. конф. [«Биологические препараты в растениеводстве»], (Київ, 10–13 липня 2008 р.). К., 2008. С. 43–44.

156. Карпенко В. П. Біологічне обґрунтування інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів на ячмені ярого. Автореферат дис. на здоб. наук. ступ. доктора с.-г. наук : спец. 03.00.12. – «Фізіологія рослин». Умань. 2011. 37 с.

157. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Ефективність бакових сумішей гербіциду Калібр 75 з біологічними препаратами у посівах ячменю ярого. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2010. Вип. 4. С. 113–120.

158. Лень О. І. Ефективність технологій вирощування ячменю ярого в умовах Східного Лісостепу України. Вісник Полтавської ДАА. 2008. № 1. С. 159–161.

159. Плищенко В. М., Швыдкий В. В., Портуровская С. П. Пути стабилизации урожайности ярового ячменя и сокращения затрат на производство зерна. Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях : Сб. науч. тр. Ставропольского ГСА. 1999. С. 113–117.

160. Хоміна В. Я Вплив агротехнічних заходів на врожайність розторопші плямистої в умовах Лісостепу Західного. Новітні агротехнології. 2014. № 1 (2). С. 31–41.

161. 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.

162. 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.

163. Носко Б. С., Патика В. П., Тараріко О. Г. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. К. : Аграрна наука. 1999. 112 с.

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

165. Коваленко Т. М. Вплив передпосівної інокуляції біопрепаратами на енергетичну ефективність вирощування конюшини. Мат. міжн. конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблемах сьогодення». Кам'янець–Подільськ. 2012. С.40–41.

166. Трофимова Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и стимуляторов роста на продуктивность сои в условиях Кузнецкой Лесостепи. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. спец : 06.01.01. – «Общее земледелие». Новосибирск. 2012. 17 с.

167. Дукач В. Биостимуляторы роста в жизни растений. Агровісник. 2008. № 11. С. 35–37.

168. Яворська В., Драговоз І., Мусіяка В. Регулятори росту зберігають сортову типовість сільськогосподарських культур. Пропозиція. 2004. № 8–9. С. 70.

169. Волкогон В. В., Коломієць Л. П., Пиріг О. В. Вплив мікробних препаратів на формування фотосинтетичного апарату рослин люпину жовтого при дії вірусної інфекції. Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 3. С. 45–49.

170. Bashan Y., Holguin G., De-Bashan L. E. *Azospirillum*-plant relationship: physiological, molecular, agricultural, and environmental advanced (1997 – 2003). Can. J. Microbiol. 2004. Vol. 50. N 2. P. 521–577.

171. Колупаев Ю. Е., Аникина Г. Е. Изменения теплоустойчивости растительных клеток, вызываемое модификаторами интенсивности

окислительных процес сов. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. № 1. С. 66–72.

172. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров : образование и возможные функции. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2007. Вип. 3 (12). С. 6–26.

173. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. та ін. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Умань : Видавець „Сочінський”. 2012. 357 с.

174. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2013. Вип. 83. Ч. 1. С.19–25.

175. Bravo J., Fita I., Gonet P. Structure of Catalases. Oxidative stress and mol. boil. Antioxidant defence. – N. Y. : Cold Spring Harbor, 1997. P. 407–445.

176. Светлова Н.Б., Ситар О. В., Бацманова Л. М. та ін. Каротиноїди та гліколіпіди в адаптивній відповіді рослин озимої пшениці на дію оксидного стресу. Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т. 39. № 2. С. 168–173.

177. Тарчевський И. А. Метаболизм растений при стрессе. Казань : ФЭН, 2001. 448 с.

178. Минибаева Ф. В., Гордон Л. Х. Продукция супероксида и активность внеклеточной пероксидазы в растительных тканях при стрессе. Физиология растений. 2003. Т. 50. № 3. С. 459–464.

179. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Активність ферментів антиоксидантних систем в рослинах пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтуру та стимулятора росту Емістиму С. Зб. наук. праць Уманського НУС. 2010. Вип. 73. С. 24–29.

180. Мельничук М. Л., Дьячкова О. О., Смирнова С. О. Зміни активності пероксидази рослин перцю та тютюну, інфікованих вірусом тютюнової мозаїки. Физиология и биохимия культурных растений. 2003. Т. 35. № 1 С. 43–47.

181. Притуляк Р. М. Біологічні особливості застосування гербіцидів і регулятора росту рослин на посівах тритикале озимого в умовах Лісостепу України. Автореферат дис. на здоб. наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 03.00.12. – «Фізіологія рослин». Умань. 2009. – 21 с.

182. Карпенко В. П. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів і регулятора росту рослин. Зб. наукових праць Уманського НУС. 2010. Вип. 74. С. 64–71.

183. Гуляєв Б. І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліття: Зб. наук. праць. К., 2001. Т. 1. С. 60–74.

184. Ямалеева А. А., Талипов Р. Ф., Ямалеев А. М. и др. Физиолого-биохимические исследования растений ячменя и пшеницы при гербицидном стрессе. Вестник РАСХН. 2004. № 3. С. 40–42.

185. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К. : ЗАТ «Ничлава». 2008. 352 с.

186. Belbachir O., Matringe M., Chevallier D. et al. Physiological actions of dinoterb, a phenol derivative. 2. Effects on isolated plant mitochondria and chloroplasts. Pestic. Biochem. and Physiol. 1980. V. 14. № 3. P. 309–313.

187. 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.

188. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Вплив гербіциду Град та його бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим на фотосинтетичні показники рослин тритикале озимого. Сб. науч. тр. Переяслав-Хмельницький, 2015. Вып. 2. С. 120–122.

189. Зеленянська Н. М. Вплив фізіологічно активних препаратів на накопичення пігментів у листках винограду. Вісник аграрної науки. 2004. № 2. С. 77–81.

190. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Фізіологічні зміни у рослинах ячменю ярого за дії біологічно активних речовин. Вісник Уманського НУС. 2014. № 1. С. 60–65.
191. Сакало В. Д. Роль сахарозофосфатсинтазы и сахаросинтазы в сахаронакоплении сахарной свеклы. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. Т. 37. № 6. С. 463–473.
192. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Інтенсивність дихання рослин і продуктивність фотосинтезу пшениці ярої залежно від дії гербіциду і рістрегулятора. Зб. наук. пр. «Вісник Полтавської державної аграрної академії». Полтава. 2010. С. 21–24.
193. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. К. : Фітоцентр. 2001. С. 178–180.
194. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Мезоструктурна організація листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011. №2 (24). режим доступу до журн. : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11_gzm.pdf.
195. Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger. Taiz Lincoln Plant physiology. Sinuaer Associates, Inc. Publishers. 2002. 674 p.
196. 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.
197. Грицаєнко З. М., Голодрига О. В. Під впливом гербіцидів і біостимуляторів. Анатомічна будова листків та судинно-волокнистих пучків сої. Карантин і захист рослин. 2004. № 10. С. 24–25.
198. Попова О. А. Анатомическое строение листьев некоторых ранневесеннецветущих растений Восточного Забайкалья. Ученые записки ЗабГГПУ. 2013. № 1/48. С. 37–45.
199. Иванова Н. А., Музычко Л. М. Анатомическое строение листьев растений на засоленных почвах. Вестник Нижневартовского ГГУ. 2013. № 3. С. 1–6.

200. Vidović M., Morina F., Milić S et al. UV– B component of sunlight stimulates photosynthesis and flavonoid accumulation in variegated *Plectranthus coleoides* leaves depending on background light. *Plant, Cell & Environment* V. 39 2015. P. 968–979.

201. Карпова Г. А. Физиологическая роль регуляторов роста и бактериальных препаратов в оптимизации продукционного процесса яровой мягкой пшеницы. *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова*. 2008. № 5. С. 19–22.

202. Пати́ка В. П., Гармаш В. В., Каліні́ченко 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.

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

204. Білоно́жко В. Я., Карпенко В. П. Анатомічна структура епідермісу листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду Лінтуру і його бакових сумішей із біопрепаратом Агат-25К. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 5–8.

205. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Анатомічні зміни в будові фотосинтетичного апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстар і біостимулятора росту Емістиму С. *Збірник наукових праць Уманського ДАУ*. 2006. Вип. 62. С. 9–15.

206. Копилов Є. П., Адамчук-Чала Н. І. Морфо-функціональні 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.

207. Громова А. А., Щукін В. Б., Варава В. Н. Эффективность регуляторов роста и биопрепаратов на озимой пшенице и просе. *Земледелие*. 2005. № 6. С. 34–35.

208. Антал Т. В. Вплив добрив на урожайність сортів пшениці ярої твердої в умовах північної частини Лісостепу. Тези доповідей Міжнар. наук.-прак. конф. Біла Церква. 2008. С. 3.

209. 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.

210. Притуляк Р. М. Фотосинтетична продуктивність посівів озимого тритикале за дії гербіцидів Пріми і Пуми супер, внесених роздільно і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Біоланом. Науково-теоритичний фаховий журнал "Вісник аграрної науки Причорномор'я". Миколаїв, 2008. Вип. 3 (46). С. 185–192.

211. Вінниченко О. М. Захисні механізми рослин за дії гербіцидів. Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія біологія. 2002. № 3. С. 90–92.

212. Горщар В. І. Вплив прийомів агротехніки на врожайність та якість зерна пивоварного ячменю в умовах північної підзони Степу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня кандидат с.-г. наук : спец. 06.01.09 – «Рослинництво». Дніпропетровськ. 2008. 22 с.

213. Горщар В. І. Вплив біологічно активних речовин на врожайність ярого ячменю в північному Степу України. Бюл. Інст-ту сільського господарства степової зони НААНУ. № 39 С. 66–68.

214. Леонтюк 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.

215. Попова Ю. В., Жмурко В. В. Вплив тривалості фотоперіоду на продукційний процес та якість зерна ізогенних за генами *E* ліній сої (*Glicine max (L.) Merr.*). Матеріали III Міжнародної наукової конференції [«Регуляція росту і розвитку рослин : фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти»], (11–12 листопада 2014 р.), Харків, ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – Харків. 2014. С. 32–34.

216. Шевченко О. І. Продуктивність і якість зерна пшениці ярої за різних способів застосування фізіологічно активних речовин. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. 2005. Т 4 (23). С. 280–285.

217. Жемела Г. П., Шевніков Д. М. Вплив агроекологічних факторів на ріст пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 2. С. 15–18.

218. Білоножко В. Я. Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. Агроекологічне обґрунтування роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах ячменю ярого. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський. 2012. С. 308–310.

219. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту Біолану на ростові процеси озимого тритикале. Таврійський науковий вісник : Збірник наукових праць ХДАУ. Херсон : Айлант. 2007. Вип. 52. Ч. 2. С. 16–21.

220. Чередниченко В. М. Вплив регулятора росту Лінгогумат на врожайність та якість продукції капусти цвітної в умовах Лісостепу України. Зб. наук. праць ВНАУ. 2011. № 7 (47). С. 45–50.

221. Важов В. М. Отдельные показатели фотосинтеза полевых культур в Бийской Лесостепи. Успехи современной естествознания. 2012. № 11. С. 92–94.

222. 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.

223. Тіней В. А. Вплив сидератів та ефективних мікроорганізмів на родючість ґрунту в польовій сівозміні при вирощуванні гречки на зерно. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2005. № 13. С. 129–133.

224. Куренкова С. В., Маслова С. П., Талабенкова Г. Н. Влияние регулятора роста и ценотического фактора на пигментный комплекс многолетних злаков. Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т. 39. № 5. С. 301–309.

225. Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М. : Издательский центр «Академия». 2006. 448 с.

226. Грицаєнко З. М., О. І. Заболотний. Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи при дії гербіциду Базис 75 та рістрегулятора Зеастимуліну. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань. 2010. Ч. 1. С. 18–19.

227. Бучко Г., Бучко Р., Хруник Ю. та ін. Вміст пігментів фотосинтезу та цукрів у рослинах пшениці за дії лазерного опромінення та агростимуліну. Вісник Львівського національного університету. Серія біологічна. 2002. Вип. 29. С. 211–219.

228. Думанчук Н. Я., Романюк н. Д., Терек О. І. Вплив регуляторів росту Івіну та Емістиму С на вміст хлорофілу і цукрів у рослинах моркви. Зб. наук. пр. УДАУ : Біологічні науки і проблеми рослинництва. 2003. С. 151–155.

229. Грицаєнко З. М., Чернега А. О. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю озимого за дії гербіциду Калібр і регулятора росту Біолан. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань. 2010. Ч. 1. – С 16.

230. Пида С. В., Григорюк І. П., Машковська С. П. Еколого-трофічні взаємодії вищих рослин і мікроорганізмів. Аграрна наука і освіта. 2007. Т. 8. № 2. С. 11–18.

231. Поташова Л. Н. Екологічно безпечна технологія вирощування квасолі на чорноземах Східного Лісостепу. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. – « Рослинництво». Київ. 2000. 20 с.

232. Kumar P. K. R., Lonsane B. K. Microbial production of gibberellic acid State of the art. Advances in Appiled Microbiologi. 1989. 34. P. 29–139.

233. Симочко Л. Ю., Демянюк О. С. Екологія мікробного ценозу ґрунту при вирощуванні озимої пшениці на чорноземі глибокому. Агроекологічний журнал. 2003. № 3. С. 27–31.

234. Пацко О. В. Фізіологічні основи використання асоціацій діазотрофів з метою підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації. Автореф. дис. на

здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 – «Фізіологія рослин». Київ. 2010. 20 с.

235. Кравченко Л. В. Роль корневых экзометаболитов в интеграции микроорганизмов с растениями. Автореф. дис. на соиск. уч. степени доктора биол. наук : спец. 03.00.07. – «Микробиология». Санкт-Петербург. 2000. 44 с.

236. Шерстобоева О. В. Реакція мікробного угруповання кореневої зони озимої пшениці на інтродукцію діазотрофів. Агроекологічний журнал. 2003. № 3. С. 42–46.

237. Карпенко В. П. Бакові суміші гербіцидів із біопрепаратами в технологіях вирощування ячменю ярого. Мат. II Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених «Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва», (Тернопіль, 15–16 вересня, 2010р.). Тернопіль. 2010. С. 51–53.

238. Щукин В. Б., Громов А. А., Щукина М. М. Эффективность обработки семян озимой пшеницы физиологически активными веществами и биопрепаратами. Земледелие. 2007. № 6. С. 32–33.

239. Мерецкая Е. Ф., Дямченко М. М. Формирование микробиоценозов в почве под озимой пшеницей. Земледелие. 2008. № 2. С. 12–13.

240. 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.

241. 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.

242. 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.

243. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Мікробіологічна активність ризосфери ярого ячменю при сумісному застосуванні гербіциду класу

сульфонілсечовини Гранстару з біостимулятором росту Емістимом С. Вісник УДАУ. 2005. № 2. С. 27–31.

244. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Вплив гербіцидів та регулятора росту Емістим С на активність різних еколого–трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері пшениці ярої. Агробіологія : Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2010. Вип. 3 (74). С. 46–50.

245. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Залежність розвитку окремих еколого–трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого від дії гербіцидів і регулятора росту рослин. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 2. С. 78–82.

246. Новосад К. Б., Гавва Д. В., Ревтьє А. В. та ін. Біогенність чорноземів типових Українського степового природного заповідника (Відділення «Михайлівська цілина»). Вісн. ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. 2010. № 5. С. 67–75.

247. Борисюк Б. В., Ворона Л. І., Іщук О. В. Вплив агротехнологічних заходів на розвиток азотобактера на дерново-підзолистому ґрунті. Зб. наук. праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН" (спецвипуск). К. : ЕКМО. 2006. С. 220–223.

248. Шерстобоева О. В. Вплив нового комплексного біопрепарату на епіфітну мікрофлору зерна озимої пшениці. Агроекологічний журнал. 2003. № 2. С. 38–40.

249. Фатина П. Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве. Вестник АГТУ. 2007. № 4 (39). С.133–136.

250. Патики М. В., Патики В. П. Сучасні проблеми біорізноманітності і зміни клімату. Вісник аграрної науки. 2014. №6. С. 5–10.

251. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Коваленко Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К. : Аграрна наука. 2006. 312 с.

252. Карпенко В. П., Полторецкий С. П., Притуляк Р. Н. Влияние гербицида и регуляторов роста растений на биологическую активность почвы в посевах ярового ячменя. Периодический журнал научных трудов. 2012. № 2 (5). С. 9–11.

253. Шерстобоева О. В. Зміни у мікробному ценозі агрономічно корисних штамів мікроорганізмів та мікробне угруповання ризосфери рослин. Мікробіологічний журнал. 2003. № 6. С. 43–48.
254. Шерстобоева О. В., Чабанюк Л. В., Калинич О. М. та ін. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції. Агроєкологічний журнал. 2011. № 2. С. 78–80.
255. Пида С. В., Машковська С. П. Кореневі виділення: хімічний склад, значення в алелопатії та перспективи використання. Агроєкологічний журнал. 2003. № 3. С. 47–51.
256. Мащенко Ю. В. Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах північного Степу України. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ. 2009. № 37. С. 26–30.
257. Шевченко А. О., Тарасенко В. О. Регулятори росту. Принципово новий високоефективний елемент сільськогосподарських технологій. Захист рослин. 1998. № 1. С. 17–19.
258. Шарафетдинов У. И. Влияние биологических препаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона. Автореферт дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09. – «Растениеводство». Нижний Новгород. 2003. 22 с.
259. Lucy M. Reed E., Click B. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie van Leeuwenhoek. J. Microbial. And Serol. 2004. Vol. 86. № 1. P. 1–25.
260. Whipps J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. J. Experim. Botany. 2001. V. 52. P. 487–511.
261. Каленська С. М., Першукова Т. В. Продуктивність озимого тритікале при застосуванні біостимуляторів росту. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення». – Дніпропетровськ : Ін-т зернового господарства УААН. 2000. С. 31.

262. Григор'єва О. М. Урожайність та якість зерна сої залежно від обробітку ґрунту, удобрення та біопрепаратів в умовах Північного Степу України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. Вип. 17. С. 138–147.

263. Paul E. A. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. USA : Academic Press. 2007. 514 p.

264. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту рослин на формування врожаю тритикале озимого. Збірник наукових праць УДАУ. 2009. Вип. 72. Ч. 1. С. 45–50.

265. Гринюк І. М. Обробка насіннєвого матеріалу проса препаратами Емістим С і її вплив на врожайність та господарські показники культури. / Зб. наук. пр. Уманської ДАА. 2002. Вип. 54. С. 35–40.

266. Дідович С. В., Толкачов М. З., Бутвіна О. Ю. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. Сільськогосподарська мікробіологія : Міжвід. темат. наук. зб. Чернігів. 2008. Вип. 8. С. 117–125.

267. Шевніков М. Я., Кулібаба М.Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 3. С. 41–44.

268. Єремко Л. С. Сидоренко А. В., Олєпир Р. В., Агафанова С. О. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин. Вісник Полтавської аграрної академії . 2009. № 1. С. 43–45.

269. Іщенко В. А. Ефективність використання Ризогуміну і Поліміксобактерину у поєднанні з мікродобрином та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в Північному Степу. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. Вип. 17. С. 89–100.

270. Voronectskiy S., Bureyko A, Kvashchuk E. Influence of Buckwheat plants : proceeding of the VII international symposium a Buckwheat, (12–14 august). Winnipeg. Manitoba. Canada. 1998. P. 102–105.

271. Тригуб О. В., Ляшенко В. В. Характеристика сортів гречки, районуваних для Лісостепової зони України за врожайністю й технологічними

показниками. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 3. С. 39–43.

272. Шевніков Д. М. Вплив мінеральних добрив та біопрепаратів на якість зерна пшениці твердої ярої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 4. С. 153–157.

273. Білоножко В. Я., Березовський А. П., Полторецький С. П., Полторецька Н. М. Агробіологічні та екологічні основи виробництва гречки. За ред. В. Я. Білоножка. Миколаїв : Видавництво Ірини Гудим. 2010. 332 с.

274. Гануев В. В., Рябчинский А. В., Злотников А. К. и др. Альбит в качестве антидота при использовании с гербицидами. Защита и карантин растений. 2007. № 7. С. 25 – 27.

275. Дрозд М. О. Особливості формування продуктивності гречки залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування в Північному Лісостепу України. Автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. – «Рослинництво». Київ, 2008. 20 с.

276. Коротков А. В. Формирование урожайности и качества зерна гречихи при использовании регуляторов роста. Автореф. на соиск. науч. степ. канд. с.-х. наук : спец. – 06.01.01. – «Общее земледелие». – Москва. 2012. 21 с.