

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 1 (171) 2022

ЗМІСТ
АГРОНОМІЯ


Віршовка В.М., Опанасенко О.Г., Перець С.В. Технологія вирощування міскантусу гігантського на енергетичні цілі в умовах осушуваних торфовищ Лівобережного Лісостепу України.....	6
Дубчак О.В., Паламарчук Л.Ю. Етапи створення і способи вивчення продуктивності гібридів цукрових буряків різної генетичної основи.....	15
Колесніков М.О., Пашенко Ю.П. Продукційний процес гороху посівного (<i>Pisum sativum</i> L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України.....	24
Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Інтенсивність емісії CO ₂ з дерново-підзолистого ґрунту за різних доз меліорантів і удобрення ріпаку озимого у Західному Поліссі.....	36
Правдива Л.А. Вплив мінерального живлення рослин на формування біометричних показників сорго зернового.....	43
Примак І.Д., Присяжнюк Н.М., Федорук Ю.В., Войтовик М.В., Ображій С.В. Мало-відомі факти наукової спадщини О.О. Ізмаїльського (до 170-річчя з дня народження).....	53
Разанов С.Ф., Мельник В.О. Видовий та кількісний склад мікофлори сірого лісового ґрунту за інтенсивного садівництва і рослинництва.....	63
Хижняк С.В., Коверсун І.В., Березовський О.В., Войціцький В.М. Оцінка сумісного пестицидного та кадмієвого навантаження на ґрунт з використанням вищих рослин.....	71
Глеваський В.І., Куянов В.В., Примак І.Д., Малик Д.А. Вплив способів вирощування насіння триплоїдного ЧС гібрида буряків цукрових на посівні якості насіння та продуктивні властивості фабричних коренеплодів.....	79
Дубовик Н.С., Сабадин В.Я., Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Лобачов В.О. Селекційно-генетичні особливості прояву кількості зерен у головному колосі у гібридів з пшенично-житніми транслокаціями 1BL.1RS і 1AL.1RS в умовах Лісостепу України.....	85
Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Вплив генотипу та умов року на успадкування продуктивної куцистості за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.....	95
Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування.....	107
Сич З.Д., Кубрак С.М., Мереженюк В.А. Біологічний потенціал сортів і місцевих форм часнику озимого в умовах Правобережного Лісостепу України.....	114
Любич В.В., Чернега А.О., Євчук Я.В., Войтовська В.І. Формування якості ягід і варення різних сортів аронії чорноплідної.....	122
Чинчик О.С., Козирський Д.В. Вплив оброблення насіння інокулянтном та позакоренових підживлень на тривалість вегетаційного та міжфазних періодів сортів сої.....	129
Шубенко Л.А., Шох С.С., Карпук Л.М., Дідковський М.В., Козачук С.М. Складові фотосинтетичної діяльності дерев сортів черешні в умовах Правобережного Лісостепу України.....	137
Тітаренко О.С., Карпук Л.М. Урожайність та енергетична ефективність сорго зернового за різних заходів догляду за посівами.....	145
Любич В.В., Невлад В.І., Мартинюк А.Т. Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив.....	152
Любич В.В., Полянецька І.О., Климович Н.М. Ураження пшениці м'якої ярої листовими хворобами залежно від рівня азотного живлення.....	160
Колібабчук Т.В., Кузьменко О.В., Зарва О.І., Любич В.В. Урожайність і якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від норми висіву.....	168
Мацкевич В.В., Кімейчук І.В., Мацкевич О.В., Шита О.П. Світовий досвід, перспективи в Україні розмноження фундука та мигдалю.....	179
Марченко А.Б., Кравчук А.В. Іржа плодкових зерняткових дерев: поширення патології та рослини-господарі збудників із роду <i>Gymnosporangium</i>	192
Романчук Л.Д., Діденко П.В. Вплив препарату Біоекофунге-С на ріст та розвиток посадкового матеріалу сосни звичайної (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	198

УДК 633.3; 631.811.9; 581.1

Продукційний процес гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України

Колесніков М.О. , Пащенко Ю.П. 

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

 Колесніков М.О. E-mail: maksym.kolesnikov@tsatu.edu.ua; Пащенко Ю.П. E-mail: yulii.paschenko@tsatu.edu.ua



Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Продукційний процес гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 1. С. 24–35.

Kolesnikov M., Pashchenko Yu. The production process of peas (*Pisum sativum* L.) under the influence of Ryzohumin and biostimulants in the Southern Steppe of Ukraine «Agrobiology», 2022. no. 1, pp. 24–35.

Рукопис отримано: 11.01.2022 р.
Прийнято: 26.01.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-24-35

Одним з небажаних наслідків інтенсифікації агровиробництва є погіршення родючості ґрунтів, послаблення резистентності культур. Застосування комплексів мікробіологічних препаратів та біостимуляторів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур стимулює ростові процеси, оптимізує мінеральне живлення, збільшує врожайність у несприятливих умовах. Метою роботи було з'ясування особливостей окремого і сумісного впливу мікробіологічного препарату Ризогумін та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) на ріст, розвиток, фотоасиміляційний апарат та процеси формування врожайності гороху посівного сорту Девіз в умовах Південного Степу України.

Під час дослідів підраховували кількість кореневих бульбочок, визначали індекс листкової поверхні, вміст хлорофілу, розраховували чисту продуктивність фотосинтезу. Проводили облік елементів структури біологічної врожайності посівів гороху.

Виявлено, що за сумісного застосування Ризогуміну з біостимуляторами (Стимпо, Регоплант) зростала чисельність кореневих бульбочок на рослинах гороху на різних фазах вегетації. Досліджувані препарати збільшили індекс листкової поверхні посівів гороху максимально в 1,5 раза впродовж вегетативного росту та в 1,6 раза в період генеративного розвитку. Сумісне застосування Ризогуміну з біостимуляторами дало змогу сформувати більшу площу листкової поверхні рослин гороху, ніж за роздільного застосування. У разі сумісної дії біостимулятора Стимпо з Ризогуміном чиста продуктивність фотосинтезу в періоді 5–6 прилистків–бутонізація перевищувала на 21–27 %, та у фазах цвітіння–бобоутворення перевищувала на 7–14 % показник кращого варіанта за роздільного застосування препаратів.

Використання Ризогуміну, Стимпо та Регопланту сприяло збільшенню кількості бобів на рослинах на 22, 4 та 11 % відповідно та порівняно з контролем. Отримана біологічна врожайність гороху за сумісного застосування Ризогуміну зі Стимпо перевищувала на 12–14 %, а Ризогуміну з Регоплантом – на 6–11 %, порівнюючи з врожайністю варіантів посівів гороху, де окремо використовували досліджувані препарати. Отримані дані підтверджують перспективність подальшого дослідження продукційних процесів посівів гороху за дії біопрепаратів.

Ключові слова: горох посівний, біостимулятор, Ризогумін, Регоплант, Стимпо, фотоасиміляційний апарат, урожайність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Ефективність функціонування агропромислового комплексу нині базується на поєднанні інтенсифікації виробництва та екологічної безпеки. Використання необґрунтованих норм мінеральних добрив, засобів захисту рослин призводить до дегуміфікації ґрунтів, зниження кількості різних груп ґрунтових бактерій та їх фізіологічної активності, що спричиняє порушення структури агроценозів. З іншого боку, порушення агротехніки, використання посівного матеріалу низької якості, низький агрофон, несприятливі кліматичні умови, дії хвороб та шкідників знижують урожайність сільськогосподарських культур. Пошук та апробація ефективних і збалансованих агротехнологій вирощування культур, особливо в зоні ризикованого землеробства, до якої належить Південний Степ України, є актуальним завданням сучасного агропромислу [1].

В Україні горох є найпоширенішою культурою, він здатний формувати досить високі і стабільні врожаї зерна порівняно з іншими зерновими бобовими культурами. В період з 2019 до 2021 років посівні площі під горохом в Україні скоротилися до 300 тис. га, однак ще у 2018 р. цей показник становив 431 тис. га.

Вагомим резервом покращення мінерального живлення рослин у сівозміні є використання азотфіксувальних, рістстимулювальних, адаптогенних біологічних препаратів. Завдяки мікробіологічним препаратам, створеним на основі активних штамів азотфіксувальних симбіотичних або асоціативних бактерій, можна значною мірою вирішити завдання з підвищення родючості ґрунтів, зростання врожайності сільськогосподарських культур та подолання проблеми дефіциту білкових ресурсів [2, 3]. Отже, пошук способів формування високопродуктивних бобово-ризобіальних систем, які б забезпечували зростання врожайності гороху, не спричиняли негативного впливу на родючість ґрунтів та навколишнє середовище, є перспективним напрямом досліджень.

Численні дослідження демонструють біологічні ефекти мікробіологічних препаратів на сільськогосподарські культури за умов передпосівної обробки насіння [4–8]. Показано вплив препаратів Ризобіофіту і Ризоґуміну, що містять активні штами мікроорганізмів роду *Rhizobium* на нут звичайний, які поліпшували азотне живлення рослин, в результаті цього стимулювали ріст стебла, формування листків та бобів на пагонах, збільшували сиру масу надземних органів, впливали на водотримувальну здатність листків [9, 10].

Інокуляція ризоґуміном як окремо, так і в комплексі з регулятором росту і мікроелементом Молібден сприяла збільшенню у фазу бутонізації інокуляційної та азотфіксувальної активності у рослин сої [11].

Інокуляція насіння штамами асоціативних бактерій роду *Azotobacter*, як було показано [12, 13], також стимулювала ростові процеси, мінеральне живлення, захищала від низки інфекцій і підвищувала стійкість до несприятливих умов.

За результатами досліджень багатьох авторів, використання регуляторів росту (Стимпо, Реґоплант, Емістим, Трептолем та інші) способом передпосівної інкрустації насіння або фоліарними обробками на посівах гороху, сої, квасолі, нуту, люпину, кормових трав, злакових та овочевих культур сприяло значній активізації азотфіксації утворенням більш потужного бобово-ризобіального симбіозу, підвищувало якісні показники насіння і ростові процеси рослин, стимулювало накопичення мас вегетативних та генеративних органів, сприяло формуванню асиміляційної поверхні листків, скороченню термінів дозрівання, активувало метаболічні процеси, підвищувало стійкість до різного характеру захворювань, а також позитивно впливало на формування зернової продуктивності культур [14–18].

Біостимулятори та мікробіологічні препарати активно впливають на процеси клітинного дихання, реутилізації елементів живлення, функціонування фотосинтетичного апарату, синтезу хлорофілу в листках, накопичення вуглеводів, що дає змогу рослинам швидше адаптуватися до умов дії стресів [19–21].

Низка досліджень вказують на наявність адитивної взаємодії або її відсутність між мікробіологічними препаратами та регуляторами росту рослин за їх комплексного застосування, що зумовлено проблемами у підборі мінімальних концентрацій фітогормонів, які б стимулювали діяльність мікроорганізмів та навпаки [22, 23].

Новизна роботи полягає у тому, що агробіологічні ефекти на продукційний процес зернобобових культур за сумісного застосування біостимуляторів та мікробіологічних препаратів у посушливих умовах півдня України з'ясовано недостатньо.

Метою дослідження було з'ясувати особливості окремого і сумісного впливу мікробіологічного препарату Ризоґумін та біостимуляторів (Стимпо, Реґоплант) на ріст, розвиток, фотоасиміляційний апарат та процеси формування врожайності гороху посівного сорту Девіз в умовах Південного Степу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослід проводили з використанням насіння та рослин гороху посівного (*Pisum sativum* L.) середньостиглого сорту Девіз вусатого морфологічного типу в умовах дослідного поля ТДАТУ в 2019 році (м. Мелітополь).

Дослідні ділянки закладали на чорноземах південних наносних з вмістом гумусу (за Тюрнім) – 2,6%, азоту (за Корнфілдом) – 111,3 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 153,7 мг/кг, обмінного калію (за Чириковим) – 255 мг/кг. Це відповідає високому вмісту калію, підвищеному вмісту фосфору і низькому вмісту азоту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН водне 7,0, рН сольове 7,3). Профіль ґрунту не засолений легкорозчинними солями, але є слабосолюватим з вмістом обмінного натрію 7% від ЄКО.

Ризогумін – біодобриво, яке застосовують для бактеризації насіння гороху з метою поліпшення азотного живлення рослин і підвищення продуктивності культури. До складу препарату входять суспензія бульбочкових бактерій гороху *Rhizobium leguminosarum 31* та фізіологічно активні речовини біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти), мікроелементи в хелатованій формі і сполуки макроелементів у стартових концентраціях [24].

Біостимулятори Стимпо та Регоплант – композиційні поліфункціональні препарати, властивості яких обумовлені синергійним ефектом взаємодії продуктів життєдіяльності гриба-мікроріза *Cylindrocarpon obtusiuculum 680*, виділеного з кореневої системи женьшеню (суміш амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, полісахаридів, фітогормонів, мікроелементів) та аверсектинів – продуктів метаболізму ґрунтового *Streptomyces avermitilis* [25].

Насіння гороху перед сівбою обробляли за схемою: варіант 1 – контроль, насіння інкрустоване розчином Ліпосаму (5 мл/л робочого розчину); варіант 2 – насіння перед сівбою інкрустовували мікробіологічним препаратом Ризогумін (0,5 л/т); варіант 3 – Стимпо (25 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 4 – Регоплант (250 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 5 – Стимпо (25 мл/т) + Ризогумін (0,5 л/т) на розчині Ліпосаму; варіант 6 – Регоплант (250 мл/т) + Ризогумін (0,5 л/т) на розчині Ліпосаму. Після підсушування проводили сівбу у добре підготовлений ґрунт з нормою висіву 1,1 млн шт. схожих насінин/га. Позакореневі обробки проводили у фазу 2–3 прилистка та у фазу бутонізації з використанням рекомендованих норм для Стимпо – 20, Регоплант – 50 мл/га. Обприскування посі-

вів проводили у вечірній час з використанням ранцевого обприскувача з нормою використання робочого розчину 300 л/га. Відбір рослинних зразків та проб проводили у фази розвитку за кодом ВВСН 12-13 (2–3 пари прилистків), 15–16 (5–6 пар прилистків), 51–55 (бутонізації), 61–65 (цвітіння), 75–79 (бобоутворення).

Контролювали польову схожість насіння гороху. Підраховували кількість кореневих бульбочок рослин гороху. Площу листового апарату визначали методом висічок та на підставі отриманих даних визначали індекс листової поверхні (ІЛП) посівів. Вміст хлорофілу визначали флуориметрично за допомогою N-тестеру (виробництво Японія, Yaga) та результати виражали в умовних одиницях. Розраховували чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за фазами вегетації. Визначали елементи біологічної врожайності, зокрема: середню кількість рослин на 1 м², середню кількість бобів на 1 рослині, середню кількість насінин у бобі, масу 1000 насінин, вологість насіння, біологічну урожайність, розраховували господарський коефіцієнт. Облік біологічної врожайності посівів гороху проводили відповідно до загальноприйнятих в агробіології методик [26]. Результати дослідів опрацьовано статистично з розрахунком t-критерію Ст'юдента та найменшої істотної різниці (НІР₀₅). Статистичну обробку проведено із застосуванням панелі Microsoft Office Excel 2016 та Agrostat.

Результати дослідження та обговорення. Під час дослідів було встановлено, що Стимпо, Регоплант та Ризогумін за умов роздільної передпосівної обробки насіння простимулювали утворення корневих бульбочок, чисельність яких зростає надійно вже у фазі ВВСН 12–13. Достовірно збільшення чисельності бульбочок за умов сумісного застосування Ризогуміну та біостимуляторів Стимпо і Регоплант на 11,7 та 15,8% відповідно зафіксовано у фазі ВВСН 51–55. Максимум чисельності бульбочок на коренях гороху сягнула у фазі цвітіння (рис. 1).

Якщо максимальну кількість бульбочок у контрольному варіанті було відмічено у фазу цвітіння і сягнуло 35,7 шт./росл., то в разі застосування біостимуляторів та мікробіологічного препарату максимальна кількість бульбочок у зазначеній фазі становило в межах 46–49 шт./росл. У період цвітіння достовірно підвищену чисельність корневих бульбочок було зафіксовано як за сумісного застосування біостимуляторів Стимпо і Регоплант з Ризогуміном, так і у варіантах їх окремого застосування.

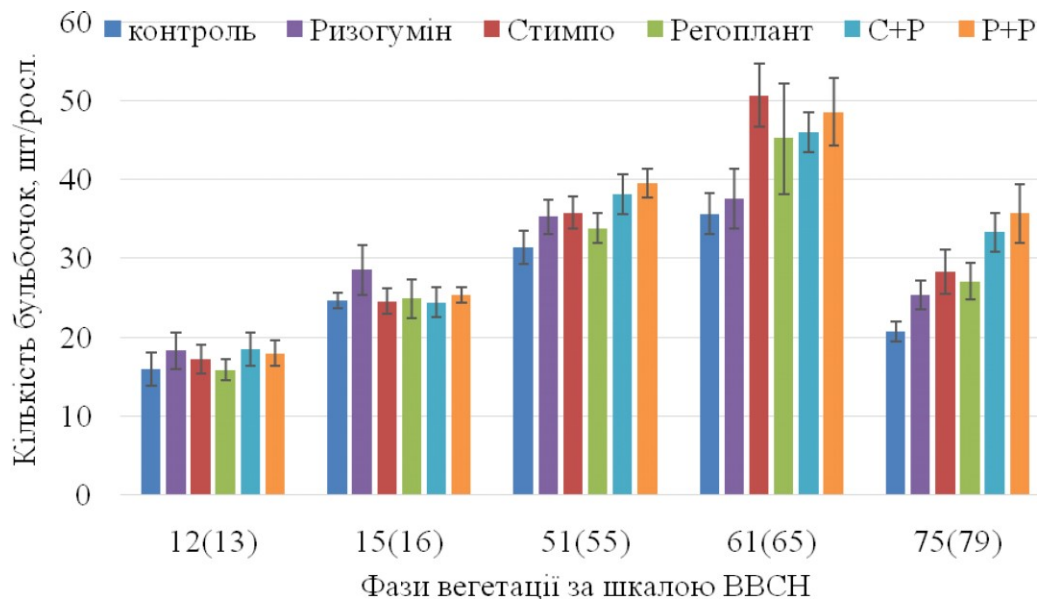


Рис. 1. Кількість бульбочок (шт./росл.) на кореневій системі рослин гороху за дії Ризогуміну та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) упродовж вегетації, 2019 р.

Так, у період бобоутворення гороху подібна тенденція зберігається. Кількість бульбочок на коренях рослин гороху за умов окремого використання Ризогуміну, Стимпо і Регопланту зростала відповідно на 22,7, 36,7, 30,9 % порівняно з контролем.

Стимпо та Регоплант сумісно з Ризогуміном достовірно підвищили чисельність бульбочок на 33–40 % до фази ВВСН 75-79 порівняно з варіантами, де зазначені препарати використовували окремо.

Обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Ризогуміном упродовж вегетації забезпечили збільшення ІЛП максимально в 1,5 раза в період вегетативного росту та в 1,6 раза в період генеративного розвитку. За сумісного застосування біопрепаратів зафіксовано активніше формування площі листкової поверхні рослин гороху, ніж за роздільного застосування (рис. 2).

Так, у варіантах посівів гороху з сумісною дією Стимпо та Ризогуміну показник ІЛП перевищував значення у варіантів з роздільною дією препаратів на 10–27 % у фазу 5–6 прилистків, на 41–50 % у фазу бутонізації, на 13 % у фазу цвітіння та на 22 % у фазу бобоутворення. За сумісної дії Регопланту та Ризогуміну ІЛП посівів гороху збільшувався на 17 % у фазу 5–6 прилистків, на 16 % у фазу бутонізації, на 10–20 % у фазу цвітіння та на 9–16 % у

фазу бобоутворення порівняно з варіантами, де рослини обробляли препаратами окремо.

Дія біостимуляторів та мікробіологічного препарату Ризогумін на вміст хлорофілу в прилистках гороху мала невиразний характер (рис. 3).

Упродовж вегетативного розвитку рослин вміст хлорофілу в прилистках рослин поступово зростав. Під час дослідження відмічено зростання вмісту хлорофілу від 2 до 9 % як за роздільного, так і сумісного застосування препаратів. Однак, починаючи з фази бутонізації та до фази бобоутворення, зафіксовано достовірне перебільшення вмісту хлорофілу в прилистках гороху за сумісної дії препаратів на 2,6–3,4 % порівняно з варіантами, де було застосовано окрему обробку рослин препаратами.

Упродовж вегетації гороху значення ЧПФ поступово зростали. Максимальні значення ЧПФ у міжфазний період бутонізація–цвітіння гороху становили в межах 15–25 г/(см²*добу) (рис. 4).

Упродовж наступного періоду вегетації 2019 року відмічено зниження інтенсивності накопичення сухої речовини. Мінімальні показники ЧПФ спостерігали між фазами 2(3) – 5(6) прилистків, які становили 5–6 г/(см²*добу). У цей період статистично значущої різниці між варіантами з окремим або сумісним використанням препаратів не виявлено. Однією із

причин цього є несприятливий температурний режим на початкових стадіях формування листового апарату рослин гороху. Встановлено, що у разі сумісної дії біостимуляторів Стимпо з мікробіологічним препаратом Ризогумін

ЧПФ між фазами 5–6 прилистків та бутонізації перевищувала на 21–27 % та між фазами цвітіння і бобоутворення перевищувала на 7–14 % показник кращого варіанта за роздільного застосування препаратів.

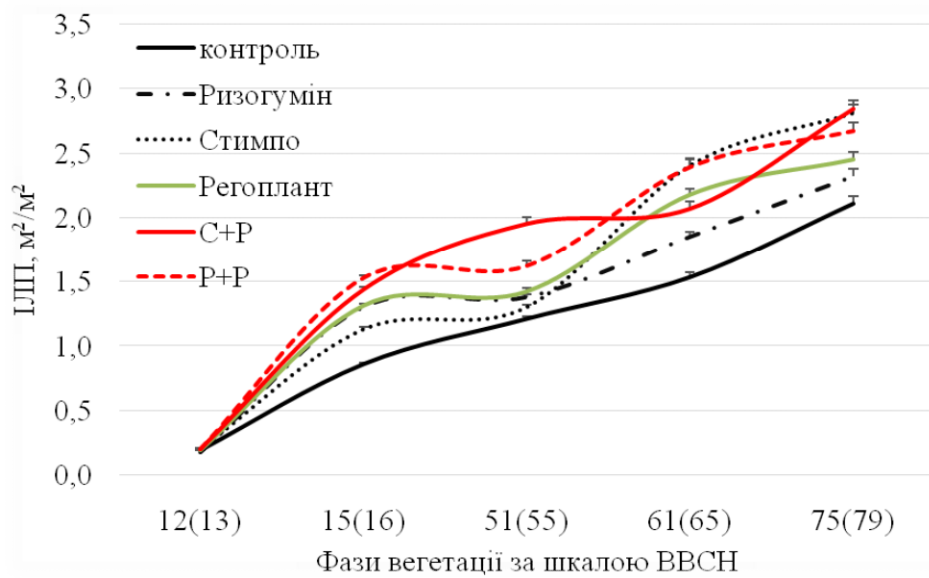


Рис. 2. Зміни індексу листової поверхні (m^2/m^2) посівів гороху за дії Ризогуміну та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) упродовж вегетації, 2019 р.

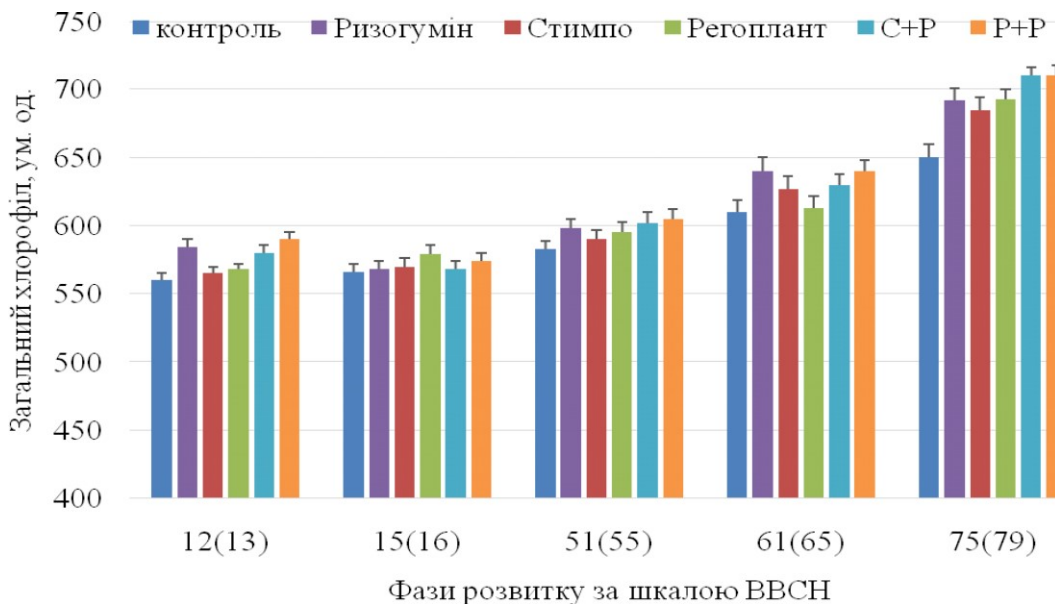


Рис. 3. Зміни вмісту загального хлорофілу в листках гороху (ум. од) за дії Ризогуміну та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) упродовж вегетації, 2019 р.

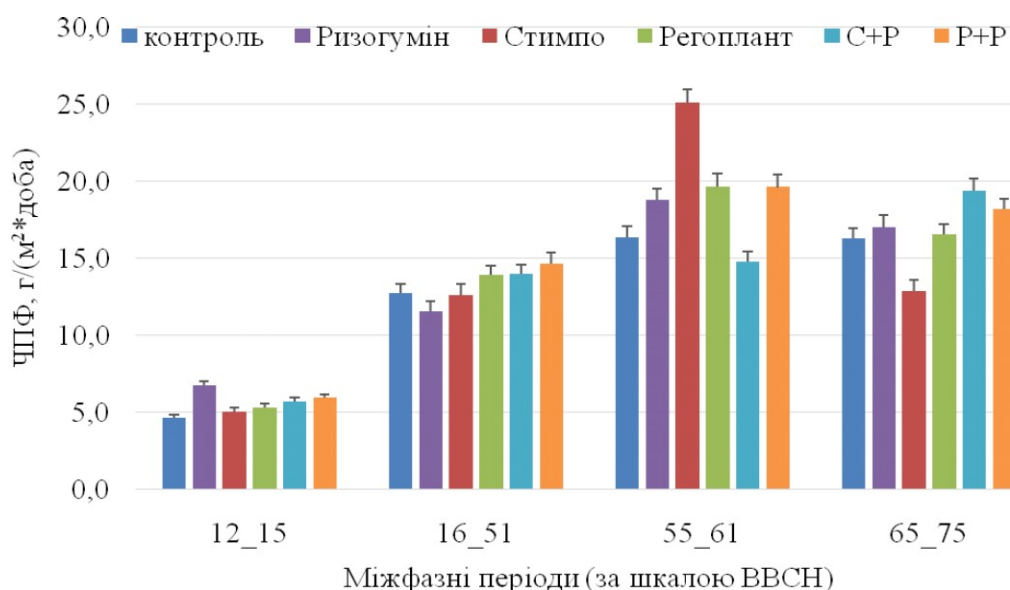


Рис. 4. Зміни ЧПФ посівів гороху (г/м²*добу) за дії Ризогуміну та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) упродовж вегетації.

Таблиця 1 – Елементи структури врожайності посівів гороху сорту Девіз під впливом Ризогуміну та біостимуляторів, 2019 р.

Показники	варіанти						НІР ₀₅
	контроль	Ризогумін	Стимпо	Регоплант	Ризогумін + Стимпо	Ризогумін+ Регоплант	
Кількість бобів на рослині, шт	2,7	3,3	2,8	3,0	3,3	3,3	0,3
Кількість насіннин у бобі, шт	2,8	2,6	2,8	3,0	2,9	3,0	0,2
Маса 1000 насіннин, г	238,1	238,9	245,7	237,7	240,3	242,2	2,1
Біологічна врожайність, ц/га	20,1	20,7	21,0	21,7	23,7	22,9	1,3
Коефіцієнт господарський	0,479	0,492	0,468	0,476	0,514	0,509	0,02

За даними таблиці 1 використання препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант сприяло збільшенню кількості бобів на рослині на 22; 4 та 11 % відповідно та порівняно з контролем. Це зумовлено тим, що біопрепарати подовжували фазу цвітіння гороху, зменшували втрати квіток на верхніх ярусах рослин, що сприяло збільшенню загальної кількості бобів, що зав'язалися.

Сумісна дія біостимуляторів з Ризогуміном не збільшувала кількість бобів на рос-

линах гороху порівняно з варіантом окремого використання Ризогуміну. Під час дослідження сумісна обробка рослин біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Ризогумін не зумовлювала достовірних змін кількості насіннин у бобі, яка коливалася за варіантами від 2,6 до 3,0 шт в 1 бобі. Зафіксовано також, що за сумісної обробки рослин гороху Регоплантом з Ризогуміном маса 1000 насіннин збільшувалася на 1,5–1,9 % порівняно з окремим застосуванням препаратів.

Отримана біологічна врожайність гороху за роздільного застосування препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант становила відповідно 20,7; 21,0; 21,7 ц/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 20,1 ц/га. Тимчасом за сумісного застосування Ризогуміну та Стимпо врожайність становила 23,7 ц/га та Ризогуміну з Регоплантом – 22,9 ц/га, що перевищувало на 12–14 та 6–11 % відповідно показники врожайності посівів гороху всіх інших варіантів.

Процес біологічної фіксації атмосферного азоту діазотрофами має важливе значення для збереження родючості ґрунтів, поліпшення їх екологічного стану [27]. Накопичений біологічний азот за взаємодії з рослинами забезпечує підвищення вмісту білка в зернобобовій продукції та збільшення врожайності наступних культур у сівозміні. Це стає важливим і в умовах дії несприятливих абіотичних чинників середовища (високі температури, посухи, засоленість ґрунтів, порушення водного режиму ґрунту тощо), що є характерними для зони Південного Степу України. Так, у попередніх лабораторних та польових дослідженнях було доведено ефективність біостимуляторів Стимпо і Регоплант та їх комплексів з мікробіологічними препаратами за вирощування низки культур в умовах Південного Степу України [18, 19, 22], що підтверджує результати цього дослідження.

Виявлені зміни у ростових процесах рослин гороху за дії Ризогуміну та біостимуляторів зумовлені оптимізацією їх живлення, що є результатом утворення активної бобово-ризобіальної системи, яка впливала на трофічну регуляцію ростових процесів. У ґрунті дослідних ділянок були наявні місцеві раси бульбочкових бактерій, які спонтанно інокулювали корені рослин контрольного варіанта. Симбіотичні системи, що утворилися на коренях рослин інокульованих Ризогуміном, були потужніші, покращували азотне живлення рослин і відповідно впливали на ростові процеси [20].

Слід зазначити, що фітогормональні речовини, які містяться у складі досліджуваних біостимуляторів, впливали на формування та функціонування симбіотичної системи гороху і сприяли підвищенню його продуктивності. Відомо, що низка регуляторів росту підвищують нітрогеназну активність діазотрофів [28].

Кількість накопиченої органічної матерії, отже і продуктивність фотосинтезу, визначається ступенем сформованості листового апарату. Оптимізація азотного живлення завдяки утворенню додаткової кількості ризобій у разі застосування мікробіологічного та біопрепа-

ратів позитивно впливає на ростові процеси і формування фотоасиміляційної поверхні посівів гороху [5, 15, 19].

Згідно з результатами досліджень, проведених у різних агрокліматичних зонах України, відомо, що оптимальна площа листової поверхні для посівів гороху має становити 40 тис. м²/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована, тому ФАР використовується не раціонально. Однак і більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки унаслідок взаємозатіннення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює неефективно [29]. Слід зазначити, що покращене азотне живлення рослин гороху завдяки інокуляції Ризогуміном та обробками біостимуляторами суттєво збільшило ІЛП дослідних посівів гороху.

У межах проведеного дослідження неможливо стверджувати про наявність виразного синергістичного ефекту між біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Ризогумін у напрямі впливу на процеси синтезу та накопичення фотосинтетичних пігментів. Інколи вміст хлорофілу за сумісної дії препаратів залишався на рівні, визначеному для варіантів гороху з роздільним використанням біостимуляторів та мікробіального препарату, або навіть нижче.

Спрямованість процесу накопичення сухої речовини та перерозподіл між продукуючою та зберігаючою системами є однією з оцінок рівня продуктивності. Точнішу інформацію про особливості продукційного процесу можна було отримати за допомогою визначення акумуляції сухої речовини рослинами впродовж вегетаційного періоду. Однак зміни чистої продуктивності фотосинтезу мали коливальний характер, і достовірне збільшення ЧПФ за сумісного використання Ризогуміну з біостимуляторами відмічали на різних стадіях онтогенезу.

У низці робіт звертають увагу на комплексне застосування мікробіологічних та біостимулювальних препаратів. Сумісна дія двох і більше компонентів у рекомендованих виробником концентраціях часто призводить до нівелювання аддитивного ефекту, що, імовірно, зумовлено ефектом гормезису через ефекти спричинені передозуванням фізіологічно активних сполук. Отже, питання сумісного застосування мікробіологічних препаратів та стимуляторів росту залишається дискусійним та потребує врахування оптимального забезпечення рослин фізіологічно активними речовинами в подібних технологіях [8, 22, 23, 30].

Продукційний процес та формування врожаю зернобобових культур визначається рівнем надходження поживних елементів та

використанням їх разом з фотоасимілятами і органічними продуктами симбіотичної азотфіксації під час онтогенезу рослин. Отже, підвищення продуктивності фотосинтезу і азотфіксації у досліджуваного сорту гороху сприяло збільшенню врожайності зерна. Аналізуючи елементи структури врожаю гороху, видно, що збільшення продуктивності відбувається завдяки утворенню більшої кількості квіток і бобів на рослинах гороху за умов сумісного застосування Ризогуміну та біостимуляторів.

Висновки. За сумісного застосування мікробіологічного препарату Ризогумін з біостимуляторами (Стимпо, Регоплант) відмічено збільшення чисельності кореневих бульбочок на рослинах гороху на різних фазах вегетації.

Сумісне застосування Ризогуміну з біостимуляторами дало змогу сформувати більшу площу листової поверхні рослин гороху та збільшити ЧПФ у період генеративного розвитку, ніж за роздільного застосування.

Використання досліджуваних препаратів сприяло збільшенню кількості бобів на рослині. Біологічна врожайність гороху за роздільного застосування препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант незначно перевищувала врожайність контрольних посівів. Сумісне використання Ризогуміну з біостимуляторами Стимпо і Регоплант підвищувало врожайність гороху максимально на 14 %, порівняно з варіантами окремих обробок посівів досліджуваними препаратами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Січкач В.І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту-Національного центру насінництва та сортовивчення. 2015. Вип. 26 (66). С. 9–20. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Znpsgi_2015_26_3.pdf
2. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник НАН України. 2014, № 3. С. 57–66. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/69186/08-Petrychenko.pdf?sequence=1>
3. Моргун В.В., Коць С.Я. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень. Физиология и биохимия культ. растений. 2008. Т. 40, № 3. С. 187–205.
4. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльній симбиоз: и 4 т. / Коць С.Я. и др. Киев: Логос, 2010. Т. 1. 508 с.
5. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Мікробіологічні препарати – складова органічного землеробства. Землеробство: збірник наукових

праць ВНАУ. №7 (47). 2011. С. 11–16. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/3703.pdf>

6. Chen W.F. Usage of rhizobial inoculants in agriculture. Ecology and Evolution of Rhizobia. Springer, Singapore, 2019. P. 221–247. DOI: 10.1007/978-981-32-9555-1_10.

7. Application of bacterial biostimulants in promoting growth and disease prevention in crop plants / Pal G. et al. Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development. Academic Press, 2021. P. 393–410. DOI: 10.1016/B978-0-12-823048-0.00003-4.

8. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture / Backer R. et al. Frontiers in plant science. 2018. Vol. 9. 1473 p. DOI: 10.3389/fpls.2018.01473.

9. Біометричні показники нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) сорту Скарб за впливу мікробіологічних препаратів / Пида С.В. та ін. Ternopil bioscience. 2021. С. 101–104. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/23481/1/Pyda_Motruk_Moskaliuk_Tryhuba.pdf

10. Процеси водообміну в люпину білого та люпину жовтого за впливу регуляторів росту рослин / Пида С.В. та ін. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Біологія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2017. № 2 (69). С. 100–104. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/NZTNPU_2017_2_19.pdf

11. Ефективність інокуляції насіння сої в умовах північно-східного лісостепу України / Протасов Д.М. та ін. Honcharivski Chytannya: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Sumy National Agrarian University. С. 101–103. URL: http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8919/1/Гончарівські%20читання_2021.pdf#page=101

12. Шерстобоева О.В., Вага Л.І. Вплив системи удобрення на біологічну активність штамів азотобактера з ґрунту агрофітоценозу пшениці озимої. Збалансоване природокористування. 2012. Вип. 1. С. 79–83. URL: http://natureus.org.ua/archive/2012/Збалансоване_природокористування_№_1_2012.pdf

13. Рокитянський А.Б. Вплив сумісного застосування гербіцидів різного класу небезпечності та біопрепарату Азотофіт-Р на чисельність фосфатомбілізуючих мікроорганізмів у чорноземі опідзоленому. Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали II Міжнародної конференції. Дніпро. 2015. С. 166–169. <http://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11046/1/%D0%A0%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%20%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%82.PDF>

14. Волкогон В.В., Сальник В.П. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій. Физиология и биохимия культ. растений. 2005. Т. 37, № 3.

C. 187–197. URL: <http://www.frg.org.ua/en/journal/archive.htm>

15. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Причуляк Р.М. Функціональна активність листового апарату сої за дії біологічних і хімічних препаратів. Біологічні студії. 2017. Т. 11 (3–4). С. 22–23. DOI: 10.30970/sbi.1103.

16. Influence of Plant Growth Regulators on Physiological Traits under Salinity Stress in Contrasting Rice Varieties (*Oryza sativa* L.) / Kanmani E. et al. International journal of current microbiology and applied sciences. 2017. Vol. 6 (5). P. 1654–1661. DOI: 10.20546/ijemas.2017.605.108.

17. Features of the anatomical structure of the autonomic organs and flax oil yield (*Linum usitatissimum* L.) at applications growth stimulants / Khodanitska, O.O. et al. Science Rise: Biological Science. 2019. Vol. 4(20). P. 35–40. DOI: 10.15587/2519-8025.2019.1883178.

18. Колесніков М.О., Пономаренко С.П. Вплив біостимуляторів Стимпо та Регоплант на продуктивність ячменю ярого. Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква, 2016. №1 (124). С. 82–87. DOI: 10.33245/2310-9270.

19. Колесніков М.О., Пашенко Ю.П. Дія біостимуляторів та мікробіологічних препаратів на формування кореневих бульбочок *Pisum sativum* L. в умовах південного степу України. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 26–27. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/8632/1/2.pdf>

20. Ефективність застосування мікробіологічних препаратів Ризобіфит та Ризогумін за біометричними показниками бобів (*Faba bona Medic*) / Пида С.В. та ін. Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква, 2021. № 1. С. 115–121. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-115-121.

21. Dubey A., Kumar A., Khan M.L. Role of Biostimulants for enhancing abiotic stress tolerance in Fabaceae plants. The Plant Family Fabaceae. Springer, Singapore, 2020. P. 223–236. DOI: 10.1007/978-981-15-4752-2_8.

22. Колесніков М.О., Пономаренко С.П., Пашенко Ю.П. Вплив біостимуляторів та мікробіологічного препарату на продукційний процес гороху посівного (*Pisum Sativum* L.) в умовах сухого степу України. Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква, 2020. №1. С. 57–66. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-57-66.

23. Microbial Biostimulants as Response to Modern Agriculture Needs: Composition, Role and Application of These Innovative Products. Plants / Castiglione A.M. et al. 2021. Vol. 10, 1533 p. DOI: 10.3390/plants10081533.

24. Біопрепарати на основі бульбочкових бактерій для підвищення урожайності бобових культур / Волкогон В.В. та ін. Посібник українського хлібороба. 2008. С. 118–119. URL: http://www.yuriev.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=31&lang=ua

25. Пономаренко С.П., Грицаєнко З.М., Бабанец О.В. Біорегулятори рослин. Рекомендації по застосуванню. К.: МНТЦ «Агробіотех». 2015. 35 с.

26. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

27. Tao K., Kelly S., Radutoiu S. Microbial associations enabling nitrogen acquisition in plants. Current opinion in microbiology. 2019. Vol. 49. P. 83–89. DOI: 10.1016/j.mib.2019.10.005

28. Bulgari R, Cocetta G, Trivellini A. Biostimulants and crop responses: a review. Biol Agric Hortic. 2015. Vol. 31. P.1–17. DOI: 10.1080/01448765.2014.964649.

29. Implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems / Le Mire G. et al. A review. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2016. Vol. 20. P. 299–313. DOI: 10.25518/1780-4507.12717.

30. Моргун В.В., Яворська В.К., Драгозов І.В. Проблема регуляторів росту у світі і її вирішення в Україні. Физиология и биохим. культ. раст. 2002. Т. 34, № 5. С. 371–375. URL: <http://www.frg.org.ua/en/journal/archive.htm>

REFERENCES

1. Sichkar, V.I. (2015). Stan i perspektyvy rozvytku vyrobnytstva zernobobovykh kultur u sviti ta Ukraini [State and prospects of increasing leguminous plants production in the world and in Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats Seleksiino-henetychnoho instytutu-Natsionalnoho tsentru nasimneznavstva ta sortovyvchennia [Proc. of Breeding and Genetic Institute of Seed science and varietal studies National centre], no. 26 (66), pp. 9–20. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Znpsgi_2015_26_3.pdf

2. Petrychenko, V.F., Koc', S.Ja. (2014). Symbiotychni systemy u suchasnomu sil'skogospodars'komu vyrobnytctvi [Symbiotic systems in modern agricultural production]. Visnik NAN Ukrainy [Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine], no. 3, pp. 57–66. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/69186/08-Petrychenko.pdf?sequence=1>

3. Morgun, V.V., Koc', S.Ja. (2008). Symbiotychna azotfiksiacija ta i'i' znachennja v azotnomu zhyvleni roslyn: stan i perspektyvy doslidzhen' [Symbiotic nitrogen fixation and its importance in nitrogen nutrition of plants: status and prospects of research]. Fyzyologija y byohymija kul't. Rastenyj [Physiology and biochemistry of cultivated plants], Vol. 40 (3), pp. 187–205.

4. Koc', S.Ja., Morgun, V.V., Patyka, V.F., Dancenok, V.K., Kirichenko, E.V., Mihalkiv, L.M. (2010). Biologicheskaja fiksiacija azota: bobovo-rizobial'ni'j simbioz [Biological nitrogen fixation: legume-rhizobial symbiosis]. Kyiv, Logos, Vol. 1, 508 p.

5. Ostapchuk, M.O., Polishhuk, I.S., Mazur, V.A. (2011). Mikrobiologichni preparaty – skladova organ-

ichnogo zemlerobstva [Microbiological preparations are a component of organic farming]. Zemlerobstvo: zbirnyk naukovykh prac' VNAU [Agriculture: proc. of the VNAU], no. 7 (47), pp. 11–16. Available at: <http://repository.vnsau.org/getfile.php/3703.pdf>

6. Chen, W.F. (2019). Usage of rhizobial inoculants in agriculture. Ecology and Evolution of Rhizobia. Springer, Singapore, pp. 221–247. DOI: 10.1007/978-981-32-9555-1_10.

7. Pal, G. (2021). Application of bacterial biostimulants in promoting growth and disease prevention in crop plants. Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development. Academic Press, pp. 393–410. DOI: 10.1016/B978-0-12-823048-0.00003-4.

8. Backer, R., Rokem, S.J., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. Frontiers in plant science. Vol. 9, 1473 p. DOI: 10.3389/fpls.2018.01473.

9. Pyda, S.V., Motruk, O.V., Moskaljuk, N.V., Tryguba, O.V. (2021). Biometrychni pokaznyky nutu zvyčajnogo (*Cicer arietinum* L.) sortu Skarb za vplyvu mikrobiologichnykh preparativ [Biometric indicators of common chickpea (*Cicer arietinum* L.) Treasure variety under the influence of microbiological preparations]. Ternopil, bioscience-2021, pp. 101–104. Available at: http://dSPACE.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/23481/1/Pyda_Motruk_Moskaliuk_Tryhuba.pdf

10. Pyda, S.V., Kobryn, I.M., Vakulenko, R.O., Moskaljuk, N.V. (2017). Procesy vodoobminu v ljupynu bilogo ta ljupynu bilogo ta ljupynu zhovtogo za vplyvu reguljatoriv rostu roslyn [Water exchange processes in white lupine and white lupine and yellow lupine under the influence of plant growth regulators]. Naukovi zapysky Ternopil's'kogo nacional'nogo pedagogichnogo universytetu imeni Volodymyra Gnatjuka. Biologija [Scientific notes of Ternopil Nat. Pedagogical Univ. named after Volodymyr Hnatiuk. Biology]. Ternopil, no. 2 (69), pp. 100–104. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/NZTNPU_2017_2_19.pdf

11. Protasov, D.M., Sajko, V.M., Sakad'ol, P.O., Onychko, T.O. (2021). Efektyvnist' inokuljacji' nasinnja soi' v umovah pivnichno-shidnogo lisostepu Ukraїny [Efficiency of soybean seed inoculation in the conditions of the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. Honcharivski Chytannya: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Sumy National Agrarian University. pp. 101–103. Available at: http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8919/1/Гончарівські%20читання_2021.pdf#page=101.

12. Sherstoboeva, O.V., Vaha, L.I. (2012). Vplyv systemy udobrennia na biolohichnu aktyvnist shtamiv azotobaktera z gruntu ahrofitotsenozu psHENytsi ozymoi [Influence fertilizer system on biological activity of soil strains Azotobacter agrophytocenoses winter wheat]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced nature management], no. 1, pp. 79–83. Available

at: http://natureus.org.ua/archive/2012/3балансоване_природокористування_№_1_2012.pdf

13. Rokytianskyi, A.B. (2015). Vplyv sumisnoho zastosuvannia herbicydiv riznoho klasu nebezpechnosti ta biopreparatu Azotofit-R na chyselnist fosfatmobilizuiuchykh mikroorhanizmiv u chornozemi opidzolenomu [Influence of co-application of herbicides of different hazard class and Azotofit-P biological preparation on the number of phosphatmobilizing microorganisms in podzol black soil]. Vidnovlennja biotychnogo potencialu agroekosystem: materialy II Mizhnarodnoi' konferencii' [Restoring biotic potential of agroecosystems: Proceeding of 2nd International scientific-practical conference]. Dnipro, pp. 166–169. Available at: <http://dSPACE.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11046/1/%D0%A0%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%20%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%82.PDF>

14. Volkohon, V.V., Salnyk, V.P. (2005). Znachenia rehuljatoriv rostu roslyn u formuvanni aktyvnykh azotfiksuvalnykh symbioziv ta asotsiatsii [The importance of plant growth regulators in the formation of active nitrogen-fixing symbioses and associations]. Fyziolohiya y byokhymia kult. Rastenyi [Physiology and biochemistry of cultured plants], Vol. 37, no. 3, pp. 187–197. Available at: <http://www.frg.org.ua/en/journal/archive.htm>

15. Karpenko, V.P., Ivasiuk, Yu.I., Prytuliak, R.M. (2017). Funktsionalna aktyvnist lystkovoho aparatu soi za dii biolohichnykh i khimichnykh preparativ [Functional activity of soybean leaf apparatus in the action of biological and chemical preparations]. Biolohichni studii [Studia Biologica], Vol. 11(3-4), pp. 22–23. DOI: 10.30970/sbi.1103

16. Kanmani, E., Ravichandran, V., Sivakumar, R., Senthil, A., Krishna Surendar, K., Boominathan, P. (2017). Influence of Plant Growth Regulators on Physiological Traits under Salinity Stress in Constraining Rice Varieties (*Oryza sativa* L.). International journal of current microbiology and applied sciences. Vol. 6 (5), pp. 1654–1661. DOI: 10.20546/ijemas.2017.605.108.

17. Khodanitska, O.O., Shevchuk, O.A., Tkachuk, O.O., Shevchuk, V.V. (2019). Features of the anatomical structure of the autonomic organs and flax oil yield (*Linum usitatissimum* L.) at applications growth stimulants. Science Rise: Biological Science. Vol. 4(20), pp. 35–40. DOI: 10.15587/2519-8025.2019.1883178.

18. Kolesnikov, M.O., Ponomarenko, S.P. (2016). Vplyv biostymuljatoriv Stympo ta Rehoplant na produktyvnist yachmeniu yarohe [The effect of Stympo and Rehoplant biostimulators on spring barley productivity]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], no. 1 (124), pp. 82–87. DOI:

19. Kolesnikov, M.O., Pashhenko, Ju.P., (2019). Dija biostymuljatoriv ta mikrobiologichnykh preparativ na formuvannja korenevnykh bul'bochok *Pisum sativum* L. v umovah pivdenного stepu Ukraїny [The effect of biostimulants and microbiological drugs on the formation of root nodules *Pisum sativum* L. in the conditions of the southern steppe of Ukraine]. Roz-

- vytok agrarnoi' galuzi ta vprovadzhenja naukovykh doslidzhen' u vyrobnytctvo: materialy Mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' [Development of the agricultural sector and implementation of research in production: Proceedings of the International scientific-practical conference]. Mykolayiv, MNAU, pp. 26–27. Available at: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/8632/1/2.pdf>
20. Pyda, S.V., Kononchuk, O.B., Tryguba, O.V., Gurs'ka, O.V. (2021). Efektyvnist' zastosuvannja mikrobiologichnykh preparativ Ryzobofit ta Ryzogumin za biometrychnymi pokaznykamy bobiv (Faba bona Medic) [The effectiveness of Ryzobofit and Ryzohumin microbiological preparations use for beans biometric indicators (Faba bona Medic)]. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija» [Agrobiology], no. 1, pp. 115–121. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-115-121.
21. Dubey, A., Kumar, A., Khan, M.L. (2020). Role of biostimulants for enhancing abiotic stress tolerance in Fabaceae plants. The Plant Family Fabaceae. Springer, Singapore, pp. 223–236. DOI: 10.1007/978-981-15-4752-2_8.
22. Kolesnikov, M.O., Ponomarenko, S.P., Pashchenko, Yu.P. (2020). Vplyv biostymulatoriv ta mikrobiolohichnoho preparatu na produktsiyni protses horokhu posivnoho (Pisum Sativum L.) v umovakh suchoho Stepu Ukrainy [The influence of biostimulants and microbiological preparation on the production process of peas (Pisum sativum L.) in the drought Steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prac' "Agrobiologija" [Agrobiology], no. 1, pp. 57–66. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-57-66.
23. Castiglione, A.M., Mannino, G., Contartese, V., Berte, C.M., Ertani, A. (2021). Microbial Biostimulants as Response to Modern Agriculture Needs: Composition, Role and Application of These Innovative Products. Plants. Vol. 10, 1533 p. DOI: 10.3390/plants10081533.
24. Volkohon, V.V., Nadkernycha, O.V., Krutylo, D.V., Kovalevska, T.M. (2008). Biopreparaty na osnovi bulbochkovykh bakterii dlja pidvyshchennia urozhaivosti bobovykh kultur [Biologicals based on tuber bacteria to increase the productivity of legumes]. Posibnyk ukrainskoho khliboroba [Handbook of Ukrainian farmers], pp. 118–119. http://www.yuriev.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=31&lang=ua
25. Ponomarenko, S.P., Hrytsaienko, Z.M., Babaiants, O.V. (2015). Biorehuliatory roslyn [Plant bioregulators]. Rekomendatsii po zastosuvanniu [Plant bioregulators. Application guidelines]. Kyiv, Ahrobiotekh, 35 p.
26. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P., (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, TD Edelveis i K, 332 p.
27. Tao, K., Kelly, S., Radutoiu, S. (2019). Microbial associations enabling nitrogen acquisition in plants. Current opinion in microbiology. Vol. 49, pp. 83–89. DOI: 10.1016/j.mib.2019.10.005
28. Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. Biol Agric Hortic. Vol. 31, pp. 1–17. DOI: 10.1080/01448765.2014.964649.
29. Le Mire, G., Nguyen, M.L., Fassotte, B., Du Jardin, P., Verheggen, F., Delaplace, P., Haissam Jijakli, M. (2016). Implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. A review. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol. 20, pp. 299–313. DOI: 10.25518/1780-4507.12717.
30. Morhun, V.V., Yavorska, V.K., Drahovoz, I.V. (2002). Problema rehuliatoriv rostu u sviti i yii vyrishennia v Ukraini [The problem of growth regulators in the world and its solution in Ukraine]. Fyziolohyia y byokhym. kult. rast [Physiology and biochemistry of cultured plants], no. 34(5), pp. 371–375. Available at: <http://www.frg.org.ua/en/journal/archive.htm>

The production process of peas (*Pisum sativum* L.) under the influence of Ryzohumin and biostimulants in the Southern Steppe of Ukraine
Kolesnikov M., Pashchenko Yu.

Soil fertility deterioration and crop resistance weakening are among the undesirable consequences of the agricultural production intensification. The use of microbiological preparations and biostimulants complexes in the crops cultivation technology stimulates their growth processes, optimizes mineral nutrition, increases yields in adverse conditions. The paper aims to study the features of separate and joint influence of microbiological preparation Ryzohumin and biostimulants (Stimpo, Rehoplant) on growth, development, photoassimilating apparatus and yield formation processes in peas of Devis variety in the Southern Steppe of Ukraine.

During the experiment, the number of root nodules was calculated, the leaf area index, the content of chlorophyll were determined, and the netto-photosynthesis productivity was calculated. The structural elements of the biological productivity of pea crops were recorded.

It was established that the joint effect of Ryzohumin with biostimulants (Stimpo, Rehoplant) increased the number of root nodules on pea plants at different stages of the vegetation. The tested preparations increased the leaf area index of pea crops at maximum in 1.5 times during vegetative growth and in 1.6 times during generative development. The combined use of Ryzohumin with biostimulants allowed to form a larger area of the pea plants leaf surface than when was used in separate application. In the case of joint interaction of Stimpo with Ryzohumin, the productivity of netto-photosynthesis at the phase of 5–6 stipules-budding exceeded by 21–27 % and at the phase of flowering-bean formation exceeded by 7–14 % the best option with separate use of preparations.

The use of Ryzohumin, Stimpo and Rehoplant resulted in an increase in the number of beans on plants

by 22 %, 4 % and 11 %, respectively, and compared to the control. The obtained biological yield of peas under combined application of Ryzohumin with Stimpol exceeded by 12–14 %, and Ryzohumin with Rehoplant – by 6–11 %, comparing with the yield of pea crops, where the studied preparations were used separately.

The obtained data confirm the future perspective to research of the pea crops productive processes under the influence of biological preparations.

Key words: peas, biostimulator, Ryzohumin, Rehoplant, Stimpol, photoassimilation apparatus, yield.



Copyright: Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Колесніков М.О.

Пащенко Ю.П.

<https://orcid.org/0000-0002-5254-841X>

<https://orcid.org/0000-0002-9398-447X>