

АНОТАЦІЯ

Бойко Я. О. Фізіологічне обґрунтування інтегрованої дії біологічно активних речовин у посівах гороху озимого. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Уманський національний університет садівництва, Умань, 2021 р.

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

У першому розділі наведено аналіз літературних джерел стосовно результатів досліджень роздільної та інтегрованої дії гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів у посівах зернобобових культур, який дає підставу стверджувати, що експериментальні дані з впливу препаратів на фізіолого-біохімічний стан рослин (функціонування антиоксидантної системи, проходження фотосинтетичних та ростових процесів, накопичення пігментів і ін.) і формування врожаю та його якості, наведені в наукових публікаціях, для гороху озимого майже відсутні. Також маловивченими залишаються питання функціонування симбіотичної системи «*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* – *Pisum sativum* L.» та взаємодії рослин гороху озимого з ґрунтовою мікробіотою на фоні використання гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів, що не повною мірою відображає істотність впливу досліджуваних препаратів на посіви даної культури і природне навколишнє середовище. Зважаючи на це, дослідження роздільної і інтегрованої дії гербіцидів, регуляторів росту рослин та мікробних препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах гороху озимого, симбіотичну систему «*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* – *Pisum sativum* L.» і мікробіологічну активність ґрунту, є актуальними.

Досліди виконували у Правобережному Лісостепу України впродовж 2018–2020 рр. у польових умовах сівозміни дослідного поля кафедри біології Уманського національного університету садівництва.

Аналіз метеорологічних умов у роки проведення досліджень показав, що погодні умови були сприятливими для росту і розвитку гороху озимого, проте простежувались незначні відмінності, які наклали свій відбиток на проходження у рослинах гороху основних фізіолого-біохімічних процесів.

У дослідах використовували рослини гороху озимого сорту НС Мороз, гербіцид МаксіМокс, регулятор росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробний препарат Оптімайз Пульс.

У дослідах вивчалась роздільна та інтегрована дія різних норм гербіциду класу імідазолінонів МаксіМокс, який вносився по вегетуючих рослинах з регулятором росту рослин природного походження Агріфлекс Аміно і мікробним препаратом Оптімайз Пульс. Схема польового дослідження передбачала 22 дослідних варіанти, на яких проводилися польові і лабораторні дослідження. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах гороху озимого за дії досліджуваних препаратів виконували також у суворо контрольованих умовах за методикою вегетаційного дослідження.

У результаті проведених вегетаційних і польових досліджень встановлено залежність дії гербіциду МаксіМокс, РРР Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс на перебіг і проходження у рослинах гороху озимого реакцій ПОЛ і ферментативну активність.

Доведено, що застосування гербіциду МаксіМокс у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т не вплинуло в значній мірі на проходження в рослинах реакцій ПОЛ. Водночас, комплексне застосування гербіциду МаксіМокс у вищевказаних нормах з РРР Агріфлекс Аміно на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс забезпечило на третю добу визначення зниження вмісту в рослинах гороху

МДА порівняно з варіантами самотійного застосування гербіциду на 2,3–6,1 мкМоль/г сирової речовини, на десяту добу – 4,2–5,6 мкМоль/г сирової речовини.

Найбільшу активність ферменту GST було відмічено у варіантах досліду із застосуванням бакових сумішей гербіциду МаксіМокс у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га з РРР Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га на фоні передпосівної бактеризації насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т (зростання щодо контролю складало в середньому 0,64–1,61 мкМоль/г сирової речовини за 1 хв. – третя доба і на 0,78–1,71 мкМоль/г сирової речовини за 1 хв – десята доба відповідно), що опосередковано дає підставу до констатації активізації у рослинах гороху детоксикаційних процесів.

Найбільше зростання показників активності ферментів класу оксидоредуктаз простежувалось за інтегрованого застосування МаксіМоксу 0,8–1,1 л/га з регулятором росту рослин Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га на фоні бактеризованого перед сівбою насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс 3,28 л/т, де активність відносно контролю I зростала для каталази на 32,2–49,3%; пероксидази – 51,2–75,5% і поліфенолоксидази – 55,3–82,2%.

Встановлено, що застосування різних норм гербіциду МаксіМокс, а також поєднання їх у сумішах з РРР Агріфлекс Аміно на фоні обробки насіння перед сівбою МБП Оптімайз Пульс та без нього значно впливало на формування пігментного комплексу прилистків гороху озимого: за комплексного застосування МаксіМоксу (0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га) у поєднанні з РРР Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) на фоні обробки насіння перед сівбою МБП Оптімайз Пульс (3,28 л/т) у прилистках гороху озимого формувався найвищий вміст суми хлорофілів $a+b$, який в середньому за роками та фазами розвитку культури перевищував контрольний показник на 2–8%, що свідчить про прямий та опосередкований вплив досліджуваних препаратів на проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах гороху озимого, направлених на формування оптимального фотосинтезуючого апарату, зокрема – пігментного комплексу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що формування анатомічної структури прилистків гороху озимого залежало як від погодних умов, так і від застосування різних норм гербіциду МаксiМокс, регулятора росту рослин Агрiфлекс Аміно і мікробного препарату Оптiмайз Пульс. За інтегрованого застосування досліджуваних препаратів (МаксiМокс 0,8–1,1 л/га + Агрiфлекс Аміно 1,0 кг/га + Оптiмайз Пульс 3,28 л/т) кількість клітин на 1 мм² епідермісу прилистка зменшувалась відносно контролю I на 50–84 шт., на 25–35 шт. – до варіантів з самостійним застосуванням гербіциду МаксiМокс і на 15–21 шт. – до варіантів з МаксiМокс + Агрiфлекс Аміно, при цьому в даних варіантах простежувалось зростання площі клітин відносно контролю I у середньому на 29–55%.

Для з'ясування особливостей формування прилисткового апарату гороху було визначено коефіцієнт морфоструктури (К_м): найнижчі показники К_м було відмічено у варіантах з комплексним використанням препаратів (МаксiМокс 0,8–1,1 л/га + Агрiфлекс Аміно 1,0 кг/га + Оптiмайз Пульс 3,28 л/т), де К_м коливався в межах 0,64–0,78, тоді як найвищий К_м було відмічено у варіантах з самостійним застосуванням гербіциду МаксiМокс (близький до 1,0). Одержані дані дають підставу стверджувати, що інтегроване застосування досліджуваних препаратів забезпечувало формування у рослин ознак мезоморфності, що характерно для високоврожайних посівів.

Виявлено, що найпомітніше показники площі прилистків гороху озимого зростали у варіантах з комплексним застосуванням різних норм гербіциду МаксiМокс у сумішах із РРР Агрiфлекс Аміно на фоні оброки насіння перед сівбою МБП Оптiмайз Пульс, де відносно контролю I вони в середньому зростали на 40–56%, а в порівнянні до варіантів самостійного застосування гербіциду на 26–29%.

Найбільший приріст висоти рослин гороху озимого простежувався у варіантах з комплексним застосуванням МаксiМоксу у нормах 0,8–1,1 л/га у баковій суміші із РРР Агрiфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні

передпосівної обробки насіння МБП Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т, де досліджуваний показник зростав відносно контролю I у середньому на 25–28% – у фазу бутонізації, 12–14% – у фазу цвітіння і 7–9% – у фазу утворення бобів.

Наростання надземної біомаси рослин гороху озимого залежало від дії різних норм гербіциду МаксіМокс та поєднання їх застосування у сумішах з РРР Агріфлекс Аміно на фоні передпосівної бактеризації насіння МБП Оптімайз Пульс, а також – погодних умов. Найістотніше наростання надземної маси рослин гороху озимого було відмічено у варіантах комплексного застосування гербіциду МаксіМокс у нормах 0,8–1,1 л/га у баковій суміші з РРР Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні бактеризованого посівного матеріалу МБП Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т, де перевищення вищезазначеного показника у фазі бутонізації, цвітіння та утворення бобів відносно контролю I складало 37–44; 13–17 і 6–8% відповідно.

Встановлено, що застосування різних норм гербіциду МаксіМокс як окремо, так і сумісно з РРР Агріфлекс Аміно на фоні (без фону) бактеризації посівного матеріалу МБП Оптімайз Пульс, по-різному впливало на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу у посівах гороху озимого. Аналізуючи одержані експериментальні дані у середньому за три роки досліджень стосовно показників ЧПФ у посівах гороху озимого, слід відмітити, що найістотніше показники ЧПФ зростали у варіантах комплексного застосування МаксіМоксу (0,8; 0,9; 1,0; 1,1 л/га) у сумішах із Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) на фоні бактеризації посівного матеріалу МБП Оптімайз Пульс (3,28 л/т), де досліджуваний показник перевищував контроль I на 26; 30; 25 та 22% відповідно.

З'ясовано, що досліджувані препарати виявляли значний вплив на формування симбіотичної системи гороху озимого *Pisum sativum* L. – *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* у всі основні фази розвитку культури. Поєднання гербіциду МаксіМокс у нормі 0,9 л/га у баковій суміші з РРР

Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га та внесення цієї суміші на фоні бактеризації посівного матеріалу перед сівбою МБП Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т зумовлювало найбільш істотне формування азотфіксувальної системи гороху озимого *Pisum sativum* L. – *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, що супроводжувалося збільшенням кількості і маси бульбочок на кореневій системі гороху озимого у 2,0 і 1,9 рази відповідно.

Найвищий вміст легемоглобіну у фазу цвітіння культури було відмічено за сумісного застосування гербіциду МаксіМокс у нормі 0,9 л/га з РРР Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні обробки насіння перед сівбою МБП Оптімайз Пульсом у нормі 3,28 л/т, що у 3,7 рази перевищувало контрольний варіант (І).

Виявлено, що гербіцид МаксіМокс, регулятор росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробний препарат Оптімайз Пульс впливали на формування ґрунтової мікробіоти гороху озимого, забезпечуючи позитивні зміни в кількісному складі: за комплексного внесення вищевказаних препаратів загальна чисельність ризосферних мікроорганізмів, мікроміцетів і *Azotobacter* зростала до 74%, що обумовлювалось формуванням більш розвиненої кореневої системи (за дії регулятора росту рослин), необхідної для колонізації мікроорганізмами, та виділенням у ризосферу більшої кількості ексудатів, у результаті підвищення фізіолого-біохімічної діяльності рослин.

Результати обліку забур'яненості посівів гороху озимого показали, що кількість і маса бур'янів змінювалися як за роками, так і залежно від застосування різних норм гербіциду МаксіМокс, внесених окремо і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Агріфлекс Аміно на фоні обробленого посівного матеріалу мікробним препаратом Оптімайз Пульс та без фону. Проте, можна констатувати, що гербіцид МаксіМокс (0,8–1,1 л/га) забезпечував високу ефективність у знищенні дводольних видів бур'янів у посівах гороху озимого, водночас найвища його дія простежувалася у варіантах із сумісним внесенням з регулятором росту рослин Агріфлекс

Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т, що досягалося зростанням конкурентних можливостей культури (нагромадженням біомаси, зростанням площі прилисткового апарату тощо).

Найвищу врожайність досліджуваної культури було відмічено у 2018 р., де у контрольному варіанті (І) даний показник становив 1,77 т/га, меншу у 2019 р. і 2020 р. – 1,11 і 1,65 т/га. У середньому за роки досліджень найістотніше урожайність гороху озимого зростала у варіантах комплексного застосування МаксіМоксу (0,8; 0,9; 1,0; 1,1 л/га) у сумішах із Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) на фоні бактеризації посівного матеріалу МБП Оптімайз Пульс (3,28 л/га), де перевищення до контролю І складало 17,8; 22,5; 20,5 та 13,9% відповідно.

Встановлено, що досліджувані препарати виявляли вагомий вплив на формування основних показників якості зерна гороху озимого: за використання гербіциду МаксіМокс у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га маса тисячі зерен зростала в середньому за три роки досліджень на 2,2; 4,3; 3,4 та 1,9%, натура зерна – на 1,3; 2,3; 1,8 і 1,2% у порівнянні з контролем І. Найістотніший вплив на фізичні показники якості зерна гороху озимого простежувався за внесення МаксіМоксу у нормі 0,9 л/га із Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні застосування бактеризації насіння перед сівбою Оптімайз Пульсом у нормі 3,28 л/т, де маса тисячі зерен становила 207,6 г (перевищення відносно контролю І складало 13,3 г), натура зерна – 760,6 г/л за перевищення контролю І на 27,5 г/л.

Застосування досліджуваних препаратів позитивно відобразилися на формуванні одного з найважливіших показників якості зерна бобових культур – вмісту білка. Найвищий вміст білка у зерні гороху озимого формувався за дії МаксіМоксу (0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га) з Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) на фоні обробки насіння перед сівбою Оптімайз Пульсом (3,28 л/т), що становило 22,5; 23,1; 22,6 та 22,0% за вмісту білка у контрольному варіанті (І) 21,3%.

З'ясовано, що найвищі показники економічної ефективності вирощування гороху озимого формувалися у варіанті з комплексним використанням МаксіМоксу у нормі 0,9 л/га з Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га на фоні передпосівної бактеризації насіння Оптімайз Пульсом 3,28 л/т, що забезпечило одержання чистого додаткового прибутку на рівні 2124 грн. за рентабельності 37% і коефіцієнта енергетичної ефективності 1,5.

Для ефективного знищення бур'янів, активізації проходження біологічних процесів у рослинах і ґрунті та підвищення зернової продуктивності гороху озимого виробництву рекомендується в його посівах застосовувати гербіцид класу імідазолінонів на основі діючої речовини імазамокс (40 г/л) МаксіМокс (або його аналоги) у нормі 0,9 л/га в суміші з регулятором росту рослин природного походження Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні передпосівної бактеризації насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* – штами 128C56g, 175G10b) у нормі 3,28 л/т.

Ключові слова: фізіологічне огрунтування, інтегрована дія, горох озимий, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробний препарат, симбіотичний апарат, мікробіота.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Стан пігментної системи гороху озимого за використання гербіциду МаксіМокс, регулятора росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс. Таврійський науковий вісник. 2019. № 106. С. 79–87. (Планування та проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
2. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Ліпопероксидаційні й ферментативні процеси у рослинах гороху озимого за дії біологічно активних речовин. Наукові горизонти. 2020. № 4 (89). С. 94–100. (Виконання лабораторних

досліджень, узагальнення результатів, аналіз літературних джерел, написання статті)

3. Карпенко В. П., Бойко Я. О., Шутко С. С., Притуляк Р. М. Активність ризосферної мікробіоти гороху озимого за комбінованої дії гербіциду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. № 2. С. 52–55. (Виконання польових та лабораторних досліджень, написання статті).

4. Карпенко В. П., Бойко Я. О., Притуляк Р. М. Забур'яненість посівів гороху озимого за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2020. Вип. 97 Ч. 1. С. 171–180. (Виконання польових досліджень, узагальнення результатів, аналіз літературних джерел, написання статті).

5. Karpenko V., Boiko Y., Prytuliak R. [et. al.]. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. Agronomy Research. 2021. № 19 (2). P. 472–483. (Виконання лабораторних досліджень, аналіз літературних джерел, написання статті).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Бойко Я. О. Перспективи сумісного застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин у посівах гороху озимого сорту НС Мороз. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. 15–16 травня 2018 р. Умань. 2018. С. 13–14.

7. Бойко Я. О. Функціонування бактерій роду *Azotobacter* в ризосфері гороху озимого за дії гербіцидів, регулятора росту рослин та інокулянта. Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали XIII наукової конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю з дня заснування Національної академії аграрних наук України (м. Чернігів, 24–25 жовтня 2018 р.). Національна академія аграрних наук України,

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів. 2018. С. 32–34.

8. Бойко Я. О. Забур'яненість посівів гороху озимого за внесення біологічно активних речовин. VI Міжнародна конференція «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (м. Умань, 15 листопада 2018 р.). Київ: Видавництво «Основа». 2018. С. 38–40.

9. Бойко Я. О. Вплив гербіциду МаксіМокс за сумісного використання з біологічними препаратами на вміст хлорофілу в рослинах гороху озимого. Новини науки та прикладні наукові розробки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 28 жовтня 2018 р.). Львів. 2018. Т.5. С. 76–78.

10. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Урожайність гороху озимого сорту НС Мороз за дії гербіциду МаксіМокс, регулятора росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс. Перспективні шляхи розвитку наукових знань (частина I): матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 26–27 січня 2019 р.). Київ. 2019. С. 50–51.

11. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Формування і функціонування симбіотичної системи горох озимий – *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* за дії біологічно активних речовин. “Молодь і поступ біології”: XV Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів, присвячена 135 річниці від дня народження Я. О. Парнаса (м. Львів, 9–11 квітня 2019 р.). Львів, 2019. С. 117–118.

ABSTRACT

Boiko Ya. O. Physiological reasoning of an integrated action of biologically active substances in winter pea fields. – A qualification scientific work entitled as a manuscript.

A dissertation for getting a scientific degree of a doctor of philosophy in the field of study 201 Agronomy (20 Agrarian sciences and foodstuffs). Uman national university of horticulture, Uman, 2021.

An introductory part of a dissertation work contains a reasoning of the relevance of the research topic, the purpose and the task, a scientific novelty and a practical significance.

In the first chapter there is the analysis of literary sources as to the research results of a separate and integrated action of herbicides, plant growth regulators and microbial preparations in the fields of grain-leguminous crops that gives all grounds to state that experimental data concerning the effect of the preparations on a physiological-biochemical condition of plants (the functioning of an anti-oxidant system, the passing of photo-synthetic and growth processes, the accumulation of pigments, etc.) and the formation of the yield and its quality, presented in the scientific publications, is hardly available. Also the following issues are not studied enough: the functioning of a symbiotic system “*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* – *Pisum sativum* L.” and the interaction of winter pea plants with soil microbiota on the background of the application of herbicides, plant growth regulators and microbial preparations; this does not show clearly the importance of the effect of the studied preparations on the fields of this crop and the environment. Taking the above-mentioned into account, it becomes urgent to study a separate and integrated action of herbicides, plant growth regulators and microbial preparations on physiological-biochemical processes in winter pea plants, a symbiotic system “*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* – *Pisum sativum* L.” and a soil microbiological activity.

The trials were carried out in the Right-bank Forest steppe zone of Ukraine in 2018-2020 in field conditions of crop rotation in the experimental field of the department of biology of Uman national university of horticulture.

The analysis of meteorological conditions in the years under study showed that the weather conditions were favorable for growth and development of winter

pea; however there were some differences which had their effect on the main physiological-biochemical processes of pea plants.

Winter pea plants of cultivar HC Moroz, herbicide MaxiMox, plant growth regulator AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse were used in the experiments.

The experiments envisaged the studies of a separate and integrated action of various forms of herbicide - class of imidazolinones MaxiMox, which was applied under vegetative plants together with a plant growth regulator of a natural origin AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse. A field trial scheme consisted of 22 experiment treatments where field and laboratory studies were carried out. Physiological-biochemical processes in winter pea plants under the effect of the studied preparations took place in strictly controlled conditions in compliance with the method of a vegetative experiment.

As a result of the conducted vegetative and field experiments it was found out that there was a dependence of the effect of herbicide MaxiMox, PGR AgriflexAmino, microbial preparation Optimize Pulse on LPO reactions and enzyme activity in winter pea plants.

It was proved that the application of herbicide MaxiMox at rates 0.8; 0.9; 1.0 and 1.1 l/ha on the background of a pre-sowing treatment of seeds with preparation Optimize Pulse at rate 3.28 l/t had no serious effect on LPO reactions in the plants. At the same time, a complex application of herbicide MaxiMox at above-mentioned rates with PGR AgriflexAmino on the background of a pre-sowing treatment of seeds with microbial preparation Optimize Pulse ensured the decrease of the MDA content in pea plants on the third record day, as compared with the treatments with separate application of herbicide – by 2.3-6.1 mkMol/g of raw substance, on the tenth day – by 4.2-5.6 mkMol/g of raw substance.

The highest activity of GST enzyme was recorded in the experiment treatments when tank mixtures of herbicide MaxiMox were applied at rates 0.8; 0.9; 1.0 and 1.1 l/ha with PGR AgriflexAmino 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed bacterization with microbial preparation Optimize Pulse at rate 3.28

l/t (as compared with the control, the increase, on the average, was 0.64–1.61 mkMol/g of raw substance per 1 minute – the third day and by 0.78–1.71 mkMol/g of raw substance per 1 minute – the tenth day, respectively), which indirectly gives grounds to state the activation of detoxication processes in pea plants.

The highest increase of the activity indicators of enzymes, class oxidoreductase, was monitored at the integrated application of MaxiMox 0.8-1.1 l/ha with plant growth regulator AgriflexAmino 1.0 kg/ha on the background of bacterized seeds which were treated with microbial preparation Optimize Pulse 3.28 l/t before sowing, where, as compared with control 1, the activity increased by 32.2-49.3% for catalase; 51.2-75.5% for peroxidase; 55.3-82.2% for polyphenol oxidase.

It was established that the application of different rates of herbicide MaxiMox, as well as their combination in mixtures with PGR AgriflexAmino on the background of pre-sowing seed treatment with MP Optimize Pulse and without it, had a serious effect on the formation of a pigment complex of winter pea stipules: under complex application of MaxiMox (0.8; 0.9; 1.0 and 1.1 l/ha) in combination with PGR AgriflexAmino (1.0 kg/ha) on the background of pre-sowing seed treatment with MP Optimize Pulse (3.28 l/t), the highest content of the sum of chlorophylls *a+b* was formed in winter pea stipules, which, on the average by the years and the phases of the crop development, exceeded the control indicator by 2-8%; this confirms a direct and indirect effect of the studied preparations on physiological-biochemical processes in winter pea plants aimed at the formation of the optimal photo-synthesizing apparatus, namely, a pigment complex.

The results of the conducted research proved that the formation of an anatomical structure of winter pea stipules depended on both weather conditions and the application of various rates of herbicide MaxiMox, plant growth regulator AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse. When the integrated application of the studied preparations was used (MaxiMox 0.8-1.1 l/ha + AgriflexAmino 1.0 kg/ha + Optimize Pulse 3.28 l/t), the number of cells of stipule

epidermis per 1 mm² decreased by 50-84 pcs., as compared with control 1, by 25-35 pcs. – in treatments with a separate application of herbicide MaxiMox, and by 15-21 pcs. – in treatments with MaxiMox+AgriflexAmino; also the increase of a cell area on the average by 29-55 % was monitored in these treatments, as compared with control 1.

To define the peculiarities of the formation of a pea stipule apparatus, a coefficient of morphostructure (C_m) was applied: the lowest C_m indicators were monitored in treatments with a complex application of preparations (MaxiMox 0.8-1.1 l/ha + AgriflexAmino 1.0 kg/ha + Optimize Pulse 3.28 l/t), where C_m ranged within 0.64-0.78; whereas the highest C_m was recorded in treatments with a separate application of herbicide MaxiMox (closer to 1.0). The received data gave all grounds to state that the integrated application of the studied preparations ensured the formation of mesomorphism signs in the plants, which is quite typical for high yielding fields.

It was found out that the indicators of the stipule area of winter pea increased most noticeably in treatments with a complex application of various rates of herbicide MaxiMox in mixtures with PGR AgriflexAmino on the background of pre-sowing seed treatment with MBP Optimize Pulse, where they increased by 40-56% as compared with control 1, and by 26-29 % as compared with the treatments of a separate herbicide application.

The highest increase in the height of winter pea plants was monitored in treatments with a complex application of MaxiMox at rates 0.8–1.1 l/ha in a tank mixture with PGR AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed treatment with MBP Optimize Pulse at rate 3.28 l/t, where, as compared with Control 1 on the average, the studied indicator increased by 25-28 % in a bud formation phase, by 12-14 % in a flowering phase and by 7-9 % in a bean formation phase.

The increase in above-ground bio-mass of winter pea plants depended on the effect of various rates of herbicide MaxiMox and their combination in mixtures with PGR AgriflexAmino on the background of pre-sowing seed bacterization with

MBP Optimize Pulse as well as on weather conditions. The most significant increase of above-ground mass of winter pea plants was recorded in treatments of a complex application of herbicide MaxiMox at rates 0.8–1.1 l/ha in a tank mixture with PGR AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed bacterization with MBP Optimize Pulse at rate 3.28 l/t, where this indicator exceeded control 1 in a budding phase, a flowering phase and a bean formation phase by 37-44, 13-17 and 6-8%, respectively.

It was established that the application of different rates of herbicide MaxiMox both separately and together with PGR AgriflexAmino on the background (without it) of seed bacterization with MBP Optimize Pulse had various effects on the formation of the indicators of net productivity of photosynthesis (NPP) in winter pea fields. Analyzing the received experimental data on the average in three years of the research which concerned the indicators of NPP in winter pea fields, one should state that NPP indicators increased most significantly in treatments of a complex application of MaxiMox (0.8; 0.9; 1.0; 1.1 l/ha) in mixtures with AgriflexAmino (1.0 kg/ha) on the background of seed bacterization with MBP Optimize Pulse (3.28 l/t), where the studied indicator exceeded control 1 by 26; 30; 25 and 22%, respectively.

It was found out that the studied preparations had a serious effect on the formation of a symbiotic system of winter pea *Pisumsativum* L. – *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* in all major phases of a crop development. The combination of herbicide MaxiMox at rate 0.9 l/ha in a tank mixture with PGR AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha and the application of this mixture on the background of seed bacterization with MBP Optimize Pulse before sowing at rate 3.28 l/t resulted in the most significant formation of a nitrogen-fixing system of winter pea *Pisumsativum* L. – *Rhizobiumleguminosarum* bv. *viciae*, along with the increase of the number and mass of tubercles on a root system of winter pea by 2.0 and 1.9 times and that of the content – by 3.7 times, respectively.

The highest content of leghemoglobin in a flowering phase was recorded at a combined application of herbicide MaxiMox at rate 0.9 l/ha with PGR

AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed treatment with MBP Optimize Pulse at rate 3.28 l/t which exceeded the control (1) by 3.7 times.

It was found out that herbicide MaxiMox, plant growth regulator AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse had an effect on the formation of soil microbiota of winter pea resulting in positive changes in a quantitative composition: at a complex application of the above-mentioned preparations, the total number of rhizosphere microorganisms, micromycetes and *Azotobacter* increased up to 74% which was due to the formation of a more developed root system (under the effect of a plant growth regulator) required for the colonization of microorganisms and the release of more exudates into a rhizosphere, that resulted from the enhanced physiological-biochemical activity of the plants.

The estimation results of the infestation of winter pea fields showed that the number and mass of weeds changed depending on both the years and the application of different rates of herbicide MaxiMox applied separately and in tank mixtures with plant growth regulator AgriflexAmino on the background of seed treatment with microbial preparation Optimize Pulse and without it. However, one can state that herbicide MaxiMox (0.8-1.1 l/ha) led to a high efficiency in controlling dicotyledonous weeds in winter pea fields, its best effect was monitored in treatments with a combined application with plant growth regulator AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed treatment with microbial preparation Optimize Pulse at rate 3.28 l/t which enhanced a competitive potential of the crop (the accumulation of biomass, the area enlargement of a stipule apparatus, etc.)

The best yield capacity of the studied crop was recorded in 2018, where this indicator was equal to 1.77 t/ha in the control (1); in 2019 and 2020 the indicators were 1.11 and 1.65 t/ha. On the average in the years under study the yield capacity of winter pea increased significantly in treatments of a complex application of MaxiMox (0.8; 0.9; 1.0; 1.1 l/ha) in mixtures with AgriflexAmino (1.0 kg/ha) on

the background of seed bacterization with MBP Optimize Pulse (3.28 l/ha), where the indicators, which exceeded control 1, were 17.8; 22.5; 20.5 and 13.9%, respectively.

It was found out that the studied preparations had a serious effect on the formation of the main quality indicators of winter pea grain: when herbicide MaxiMox was applied at rates 0.8; 0.9; 1.0 and 1.1 l/ha, on the average for three years under study the mass of 1000 grains increased by 2.2; 4.3; 3.4 and 1.9%; grain-unit – by 1.3; 2.3; 1.8 and 1.2%, as compared with control 1. The highest effect on the physical indicators of winter pea grain was monitored when MaxiMox was applied at rate 0.9 l/ha with AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed bacterization with Optimize Pulse at rate 3.28 l/t, where the mass of 1000 grains was 207.6 g (it exceeded control1 by 13.3g), grain-unit – 760.6 g/l (it exceeded control1 by 27.5 g/l).

The use of the studied preparations had a positive effect on the formation of one of the most important quality indicators of leguminous crop grain, namely, protein content. The largest content of protein in winter pea grain was formed under the effect of MaxiMox (0.8; 0.9; 1.0 and 1.1 l/ha) with AgriflexAmino (1.0 kg/ha) on the background of pre-sowing seed bacterization with Optimize Pulse (3.28 l/t) which amounted to 22.5; 23.1; 22.6 and 22.0%, protein content in control 1 being 21.3%.

It was established that the highest indicators of the economic efficiency of growing winter pea were recorded in the treatment with a complex application of MaxiMox at rate 0.9 l/ha with AgriflexAmino 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed bacterization with Optimize Pulse 3.28 l/t, which made it possible to receive an additional net profit equal to UAH 2124, profitability – 37% and a coefficient of energy efficiency – 1.5.

To destroy weeds properly, to activate plant and soil biological processes and to increase grain productivity of winter pea, it is recommended to apply herbicide - class of imidazolinones on the basis of an acting substance imazomax (40 g/l) MaxiMox (or its analogues) at rate 0.9 l/ha in a mixture with a plant

growth regulator of a natural origin AgriflexAmino at rate 1.0 kg/ha on the background of pre-sowing seed bacterization with microbial preparation Optimize Pulse (*Rhizobiumlegumonosarumbv. viciae* – strain 128C56g, 175G10b) at rate 3.28 l/t.

Key words: physiological reasoning, integrated action, winter peas, herbicide, plant growth regulator, microbial preparation, symbiotic preparation, microbiota.

REFERENCES

The works in which the major scientific dissertation results were published:

1. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. The condition of a pigment system of winter pea when herbicide MaxiMox, plant growth regulator AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse are used. Tavriia scientific bulletin. 2019. № 106. P. 79–87. (The planning and conducting of the research, the generalization of the results, the preparation of the paper to be published).

2. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. Lipoperoxidaze and enzyme processes in winter pea plants under the effect of biological active substances. Scientific horizons. 2020. № 4 (89). P. 94–100. (The performance of laboratory researches, the generalization of the results, the analysis of literary sources, the writing of a paper).

3. Karpenko V. P., Boiko Ya. O., Shutko S. S., Prytuliak R. M. The activity of a rhizosphere microbiota of winter pea under a combined effect of herbicide and biological preparations. Bulletin of Uman national university of horticulture. 2020. № 2. P. 52–55. (The performance of field and laboratory researches, the writing of a paper).

4. Karpenko V. P., Boiko Ya. O., Prytuliak R. M. Weed infestation of winter pea fields under the effect of a herbicide, a plant growth regulator and a microbial preparation. Proceedings of Uman national university of horticulture. 2020. Iss. 97 Part 1. P. 171–180. (The performance of field researches, the generalization of the results, the analysis of literary sources, the writing of a paper).

5. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. Prytuliak R. [et. al.]. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and there are under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*.2021. № 19 (2).P. 472–483. (The performance of laboratory researches, the analysis of literary sources, the writing of a paper).

The works which certify the approbation of the dissertation materials:

6. Boiko Ya. O. The potential of a combined application of herbicides and plant growth regulators in winter pea fields, variety HC Moroz. Proceedings of the All-Ukrainian scientific conference of young scientists. May 15–16, 2018. Uman. 2018. P. 13–14.

7. Boiko Ya. O. The functioning of bacteria *Azotobacter* in a rhizosphere of winter pea under the effect of herbicides, plant growth regulators and inoculants. Microbiology in current agricultural production: proceedings of the XIII scientific conference of young scientists devoted to the 100th anniversary of the foundation of Ukraine's National academy of agrarian sciences, Institute of agricultural microbiology and agro-industrial production. Chernihiv. 2018. P. 32–34.

8. Boiko Ya. O. Weed infestation of winter pea fields under the application of biologically active substances. VI International conference “Urgent issues of present-day agrarian science” (Uman city, November 15, 2018). Kyiv: Publishing house “Osnova”. 2018. P. 38–40.

9. Boiko Ya. O. The effect of herbicide MaxiMox applied together with biological preparations on the chlorophyll content in winter pea plants. Science news and applied scientific developments: proceedings of the International scientific-practical conference (Lviv city, October 28, 2018). Lviv. 2018. V.5. P. 76–78.

10. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. The yield capacity of winter pea, variety HC Moroz, under the effect of herbicide MaxiMox, plant growth regulator AgriflexAmino and microbial preparation Optimize Pulse. Promising ways of the development of scientific knowledge (part 1): proceedings of the 11 International

scientific-practical conference (Kyiv city, January 26–27, 2019). Kyiv. 2019. P. 50–51.

11. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. The formation of a symbiotic system of winter pea – *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* under the effect of biologically active substances. “Youth and biology progress”: the XV International scientific conference of students and post-graduate students devoted to the 135th birth anniversary of Ya. O. Parnas (Lviv city, April 9–11, 2019). Lviv, 2019. P. 117–118.