АНОТАЦІЯ

Павлишин С. В. Агробіологічне обґрунтування застосування гербіциду й регулятора росту рослин у посівах пшениці полби звичайної. – 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, 2020 р.

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

У першому розділі проаналізовано наукові праці вітчизняних і іноземних учених щодо вивчення впливу біологічно активних речовин (у тому числі гербіцидів і регуляторів росту рослин), внесених окремо або в бакових сумішах на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів, анатомо-морфологічні зміни у рослинах, активність мікробіоти у ризосферному шарі ґрунту зернових колосових та інших сільськогосподарських культур; доведено позитивний вплив різних норм гербіцидів та способів застосування регуляторів росту рослин на формування врожайності рослин та якісних показників одержаної продукції. За результатами аналізу наукових джерел встановлено подальшу необхідність удосконалення окремих елементів технології вирощування такої малопоширеної, проте перспективної зернової колосової культури, як пшениця полба звичайна, інтерес до якої з кожним роком зростає як в Україні, так і у світі.

Дослідження виконувалися упродовж 2017–2019 років в умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва. Планом досліджень передбачалося вивчення впливу різних норм комбінованого гербіциду класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і

арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195, який вносився по вегетуючих рослинах, а також різних способів (передпосівна обробка насіння, обприскування вегетуючих рослин) використання регулятора росту рослин природного походження Вуксал БІО Vita. Схема польового досліду передбачала 18 дослідних варіантів, на яких проводилися польові та лабораторні дослідження. Окрім того, для поглибленого вивчення перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинах полби звичайної виконувалися досліди в суворо контрольованих умовах за вимогами вегетаційного методу.

Дослідженнями в суворо контрольованих умовах встановлено вплив різних норм гербіциду Пріма Форте 195 та різних способів застосування регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita на інтенсивність ліпероксидаційних процесів у рослинах пшениці полби звичайної: найбільший вміст такого продукту пероксидного окиснення ліпідів як малоновий діальдегід було відмічено у варіантах самостійного застосування гербіциду, де за норм Пріми Форте 195 0,5; 0,6 і 0,7 л/га на третю добу після внесення він перевищував контроль на 162, 190 і 226 %, на десяту добу — на 111, 124 і 143 % відповідно. Відмічено, що зі збільшенням норми внесення гербіциду нагромадження в листках пшениці полби малонового діальдегіду зростало, що могло слугувати індикатором розвитку в рослинах оксидативного стресу.

Сумісне застосування гербіциду Пріма Форте 195 (0,5–0,7 л/га) і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же рістрегулятором (1,0 л/т) підвищувало вміст малонового діальдегіду відносно контролю у рослинах пшениці полби на третю добу на 67, 91 і 103 %, а на десяту добу — на 63, 73 і 89% відповідно. Проте, вміст малонового діальдегіду у даних варіантах був нижчий, порівняно із варіантами застосування лише гербіциду, що може свідчити про початковий підвищений рівень у рослинах детоксикаційних процесів, направлених на знешкодження токсиканта. Очевидно, що комплексне використання гербіциду і

регулятора росту рослин у даному випадку слугувало чинником зниження або стабілізації проходження у рослинах процесів пероксидного окиснення ліпідів, що в цілому може бути одним із наслідків змін в ензиматичній системі рослин.

Встановлено, що за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га активність глутатіон-s-трансферази зростала відносно контролю на 7; 10 і 18 % — на третю добу та 16; 25 і 31 % — на 10 добу визначення. Відомо, що рослини постійно потребують активні форми кисню для регуляції процесів росту і розвитку, тому динаміка активності глутатіон-s-трансферази у контрольному та деяких інших варіантах на десяту добу засвідчує цей процес.

За обприскування рослин баковою сумішшю Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т показники активності глутатіон-s-трансферази на третю добу визначення в порівнянні з контролем зростали на 40; 49 та 53 %, на десяту добу — 23; 37 і 40 % відповідно. Активність глутатіон-s-трансферази у листках пшениці полби звичайної спрямовується на зниження оксидативного стресу та формування стійкості рослин до дії гербіцидного агента, про що свідчить зниження вмісту малонового діальдегіду у відповідних варіантах досліду, де активність глутатіон-s-трансферази була найвищою.

Важливе значення в системі антиоксидантного захисту рослин відіграють ферменти класу оксидоредуктаз, які знешкоджують активні форми кисню і в той же час виступають маркерами оксидативного стресу. Найбільш важливими серед них є каталаза, пероксидаза і поліфенолоксидаза. У середньому за роки досліджень активність каталази в листках полби звичайної у фазу виходу рослин у трубку за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га порівняно із контролем І зростала на 18,0; 22,4; 26,8 %, пероксидази – 14,8; 22,7 і 39,8 % відповідно. Найвищі показники активності антиоксидантних ферментів у листках полби відмічали у варіантах сумісного застосування гербіциду Пріма Форте 195 (0,5–0,7 л/га) із Вуксалом БІО Vita (1,0 л/га) на фоні

передпосіної обробки насіння цим же регулятором росту рослин (1,0 л/т). Так, активність каталази порівняно з контролем І зростала на 49,0; 53,4 і 57,0 %, а пероксидази — 68,1; 78,8 і 78,4 % відповідно.

Щодо активності в листках ферменту поліфенолоксидази, то за самостійного використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га активність даного ферменту у порівнянні з контролем І збільшувалась на 14,7; 22,0 і 30,5 %; разом з тим, сумісне застосування гербіциду і регулятора росту рослин на фоні обробки насіння перед сівбою цим же регулятором росту рослин активність зростала на 44,6; 52,0 і 59,9 % відповідно. У фазу колосіння простежували подібну залежність, проте активність вищевказаних ферментів була дещо вищою, що пов’язано зі зміною фази розвитку культури.

Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілів *a* і *b* є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним з найважливіших показників, який визначає кількість та якість врожаю, що є особливо показовим за дії різноманітних чинників на рослини. Проведені дослідження в умовах польового досліду засвідчили, що вміст хлорофілів значною мірою залежав від норм застосування гербіциду Пріма Форте 195, внесених роздільно та в суміші з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita. У середньому за роки досліджень, за внесення Пріми Форте у нормах 0,5 і 0,6 л/га вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках полби у фазу виходу рослин у трубку зростав на 3 % на суху речовину відносно контролю І. Збільшення норми внесення Пріми Форте 195 до 0,7 л/га викликало зниження вмісту хлорофілів у листках, порівняно з попередніми нормами, в середньому на 1 %.

Найвищі показники нагромадження суми хлорофілів *a* і *b* простежувались у варіантах поєднаного застосування гербіциду із регулятором росту рослин на фоні передпосівної обробки насіння цим же рістрегулятором насіння. Так, за норм Пріми Форте 0,5; 0,6 і 0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita (1,0 л/га — по вегетації) і 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння) у фазу виходу рослин у

трубку в трубку показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* зростали в середньому за роки досліджень на 8–9 %.

Позитивну динаміку відмічено у впливі препаратів та їх композицій на чисту продуктивність фотосинтезу полби звичайної. У середньому за роки досліджень застосування в посівах полби звичайної Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га сприяло зростанню чистої продуктивності посівів на 7; 9 і 6 % порівняно з контролем І. Найвище зростання даного показника було відмічено у варіантах сумісного застосування Пріми Форте у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки ним насіння (1,0 л/т), де даний показник до контролю І збільшувався на 24; 27 і 22 % відповідно. Між показниками чистої продуктивності фотосинтезу полби звичайної та врожайністю встановлено тісноту зв'язку на рівні r=0,93.

Рівень змін у анатомо-морфологічній структурі епідермісу листків може бути пов'язаний з рівнем чутливості рослин до гербіциду. Так, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га кількість клітин епідермісу в полі зору мікроскопа у фазу колосіння в середньому за 2017–2019 роки зменшувалась відносно контролю І (257 шт.) на 55; 47 і 39 шт. Водночас, простежувалася тенденція щодо збільшення розмірів клітин (довжини і ширини), що викликало зростання їх площі на 44; 36 і 29 % відповідно. Залежність щодо зменшення кількості клітин і зростання їх розмірів відмічали за сумісного використання гербіциду і рістрегулятора на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором (Пріма Форте 0,5; 0,6 і 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/т). Так, кількість клітин епідермісу в полі зору мікроскопа зменшувалась відносно контролю І на 91; 83 і 72 шт.; відносно варіантів самостійного використання гербіциду — на 36; 35 і 33 шт. Окрім того, у даних варіантах відмічено найбільше зростання площі клітин епідермісу, яке відносно контролю І складало 100; 79 і 69 %.

Формування площі листків знаходилось у прямій залежності від загального розвитку надземної маси рослини, так більшу частину її складають саме листки. Так, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га, площа листкового апарату пшениці полби звичайної у фазу виходу рослин у трубку порівняно із контролем І зростала на 5, 7 і 4 % відповідно У фазі колосіння вона зростала на 3, 3 і 2 %. Найбільша площа листкового апарату рослин полби звичайної сформувалася за дії бакових сумішей Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту (1,0 л/т). Так, у цих варіантах досліду площа листків порівняно із контролем І у фазу виходу в трубку зростала на 20, 20 і 18 %, а у фазу колосіння — на 14, 14 і 12 % відповідно.

Найбільший приріст висоти та надземної біомаси рослин полби звичайної формувався за роки досліджень у варіантах сумісного використання Пріми Форте 195 (0,5–0,7 л/га) з Вуксалом БІО Vita (1,0 л/га) на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita (1,0 л/т), де перевищення показників відносно контролю І в середньому за фазами складало 7−37 % — для висоти, та 12–63 % — для біомаси.

Систематичне використання гербіцидів викликає зміни в екосистемі ґрунту, що відображається на діяльності ґрунтових бактерій. У середньому за роки досліджень у варіантах із самостійним використанням Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га перевищення показників загальної чисельності мікроорганізмів відносно контролю І складало 9; 9 і 6 % — на 10 добу та 7; 9 і 5 % — на 25 добу. Найактивніше зростання загальної чисельності бактерій у ризосфері полби звичайної простежувалося за використання бакової суміші Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т. Так, загальна чисельність бактерій у ризосфері полби зростала на 27; 32 і 26 % — на 10 добу та на 26; 26 і 24 % — на 25 добу.

Бактерії роду *Azotobacter* належать до мікроорганізмів, що пристосовані до вільного існування. Більшість їх представників є високопродуктивними азотфіксаторами, метаболіти яких містять біологічно активні речовини. За дії гербіциду Пріма Форте 195 в нормах 0,5–0,7 л/га бактерії даного роду зазнавали в початковий період дії препарату (10-та доба після внесення) більшого пригнічення (10–23 %), що свідчить про їх чутливість до підвищених норм гербіциду. За комплексного використання гербіциду і регулятора росту рослин на фоні обробки регулятором росту рослин насіння пригнічення їх було мінімальним (4 %). Через 25 діб після внесення препаратів, особливо у варіантах комплексного використання, ріст азотобактера в ризосфері полби звичайної пригнічення не зазнавав.

Проведені обліки забур'яненості посівів пшениці полби звичайної до використання препаратів засвідчили змішаний тип забур'яненості з переважанням наступних видів: серед дводольних – осот рожевий (*Cirsium arvense* L.); осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.); підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.); талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.); лобода біла (*Chenopodium album* L.); жабрій звичайний (*Galeopsis tetrahit* L.); глуха кропива пурпурова (*Lamium purpureum* L.); щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.); гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.); триреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* L.); сокирки польові (*Delphinium consolida* L.); березка польова (*Convolvulus arvensis* L.); однодольні (злакові) бур'яни проростали в посівах нерівномірно і були представлені в основному мишієм сизим (*Setaria glauca* L.) та мишієм зеленим (*Setaria viridis* L.).

У середньому за роки досліджень встановлено, що за внесення в посівах полби Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га кількість бур'янів на 30 добу після внесення препаратів знижувалась до 35; 28 і 22 шт./м^2 відповідно при 146 шт./м^2 у контролі І (без застосування препаратів і передпосівної обробки

насіння), що відповідало знищенню їх за кількістю на 77; 81 і 85 %; за масою — 79; 81 і 87 %.

Найбільша кількість знищених бур'янів була відмічена за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га в баковій суміші з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки перед сівбою насіння цим же регулятором у нормі 1,0 л/т. Очевидно, це відбувалося за рахунок пригнічення росту й розвитку життєздатних видів бур'янів рослинами полби, листкова поверхня, надземна маса та коренева система якої інтенсивніше розвивалися за дії регулятора росту рослин. У даних варіантах досліду частка знищених бур'янів за кількістю зростала до 90; 92 і 94 %, а за масою – до 92; 94 і 96 %.

Фітосантітарний стан посівів перед збиранням врожаю засвідчив подібну залежність у знищенні бур'янів у посівах полби за використання гербіциду Пріма Форте 195, внесеного окремо та в поєднанні з різними способами застосування регулятора росту Вуксал БІО Vita. Так, за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га, технічна ефективність гербіциду відносно контролю І становила 82; 85 і 87 % — за кількістю знищених бур'янів та 78, 82 і 86 % — за масою.

Найвищу ефективність контролювання бур'янів у посівах полби відмічали у варіантах сумісного застосування Пріми Форте (0,5–0,7 л/га) із Вуксалом БІО Vita на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР. Так, кількість бур'янів у даних варіантах досліду зменшувалась на 91–95 % за кількістю та на 89–92 % — за масою. Кореляційна залежність врожайності і рівня забур'яненості є сильною і характеризується коефіцієнтом кореляції r= - 0,70.

Аналізуючи вплив препаратів на формування врожайності полби звичайної, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га прибавка врожаю зерна до контролю І складала в середньому за роки досліджень 4,2 ; 5,4 і 3,8 %. Відмічали незначне (на рівні 1–2 %) зниження

врожайності у варіантах застосування гербіциду відносно вільних ділянок від бур'янів (ручні прополювання впродовж вегетації, контроль ІІ). Таке явище пояснюється неоднаковою чутливістю різних видів і сортів пшениці до гербіциду через різні рівні метаболізму у рослин. Найбільше зростання врожайності зерна полби було одержано за внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фону обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що перевищувало контроль І на 19,2; 20,2 і 17,6 % відповідно.

Досліджувані препарати, а також погодні умови, значною мірою впливали на формування фізичних показників якості зерна полби. Зокрема маса тисячі зерен за дії гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га збільшувалась в середньому за три роки досліджень на 2,9; 3,2 і 1,6 %. Формування найвищих показників маси 1000 зерен відбувалося за сумісного використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин (1,0 л/т), де приріст маси тисячі зерен відносно контролю складав 11,6; 12,0 і 10,6 % відповідно. В цих же варіантах досліду найбільше зростала і натура зерна (у межах 2 %), в той час коли приріст в інших варіантах досліду був у межах до 1 %.

Застосування в посівах полби гербіциду і регулятора росту рослин підвищувало вміст у зерні білка і сирої клейковини, проте ці показники залежали від норм внесення гербіциду і від його комбінацій з регулятором росту рослин. Так, у середньому за роки досліджень, у варіантах досліду з внесенням Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га вміст білка і сирої клейковини в зерні полби складав відповідно 15,2; 15,2 і 15,1 % та 29,4 29,3 і 29,1 %. За внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita 1,0 л/т вміст білка

і сирої клейковини в зерні полби становив відповідно 16,0; 16,0 і 15,8 % та 31,2; 31,0 і 30,7 %.

Економічна оцінка використання препаратів у технології вирощування полби показала, що гербіцид Пріма Форте 195 у нормах 0,5 і 0,6 л/га приносив додатковий чистий прибуток на рівні 363 і 497 грн/га, рівень рентабельності при цьому складав 144 і 145 % за окупності додаткових витрат 2,1–2,3 рази. Найвищі економічні показники в досліді формувалися у варіанті сумісного застосування Пріми Форте 195 0,6 л/га і регулятора росту рослни Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин у нормі 1,0 л/т. Висока прибавка врожайності за зниження собівартості продукції забезпечила зростання рентабельності виробництва у даному варіанті до 161 % і додаткового чистого прибутку до 1966 і грн/га за коефіцієнта енергетичної ефективності 2,8.

З метою контролювання широкого спектру дводольних видів бур'янів, підвищення урожайності і якості зерна виробництву рекомендовано комбінований гербіцид класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195 застосовувати у нормі 0,6 л/га в поєднанні з регулятором росту рослин природного походження Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні обробки перед сівбою насіння цим же регулятором росту рослин у нормі 1,0 л/т.

Ключові слова: гербіцид, ксенобіотик, регулятор росту рослин, оксидативний стрес, активні форми кисню, фотосинтез, мікробіота, пшениця полба звичайна.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту

рослин Вуксал БІО Vita. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С.100–103. (Планування та проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка статті до друку).

2. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Павлишин С. В. Активність глутатіон-s-трансферази та перебіг реакцій пероксидного окиснення ліпідів у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду і регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С.40–45. (Виконання лабораторних досліджень, узагальнення результатів, аналіз літературних джерел, написання статті).
3. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Активність антиоксидантних ферментів у рослинах пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 3 (99). С.61–65. (Проведення експерименту, написання статті).
4. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Мікробіологічна активність ризосфери пшениці полби звичайної за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 6 (76). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11625 . (Виконання досліджень, аналіз результатів і літературних джерел, написання статті)
5. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. № 2 (29). С.25–32. (Виконання польових досліджень, аналіз результатів, написання статті)
6. Карпенко В. П., Павлишин С. В., Гнатюк М. Г. Вміст сирої клейковини і білка у зерні пшениці полби звичайної за використання біологічно

активних речовин. *Наукові горизонти.* 2019. № 7 (80). С.8–14. (Виконання досліджень, аналіз літературних джерел, написання статті).

7. Karpenko V., Pavlyshyn S., Prytuliak R., Naherniuk D. Content of malondialdehyde and activity of enzyme glutathione-S-transferase in the leaves of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. *Agronomy Research.* 2019. 17(1). P. 144–154. (Виконання лабораторних досліджень, аналіз літературних джерел, написання статті).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Павлишин С. В. Перспективи інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах пшениці полби звичайної. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, приуроченої 115-річчю від дня народження видатного селекціонера плодовода Д. С. Дуки, 10–11 травня 2017 р. Умань, 2017. С.65–66.
9. Павлишин С. В. Ефективність застосування гербіциду Пріма Форте і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita в посівах пшениці полби звичайної. Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. (м. Умань. 15 листопада 2017 р.). Умань, 2017. С. 87–89.
10. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Залежність вмісту хлорофілу в листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Молодь і поступ біології: програма та тези доповідей XIV Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої 185 річниці від дня народження Б. Дибовського (м. Львів, 10–12 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 304–305.
11. Павлишин С. В. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, 15–16 травня 2018 р. Умань, 2018. С. 43–44.

12. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Активність глутатіон-s-трансферази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду і регулятора росту рослин. Сучасні тенденції розвитку науки. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 27-28 липня 2018 року). Львів, 2018. С. 67–69.
13. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Розвиток ризосферної мікробіоти пшениці полби звичайної залежно від застосування гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем: матеріали III Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.
14. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Асоціативні азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter* ризосфери пшениці полби за дії гербіциду і регулятора росту рослин. 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. 44–46.
15. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Активність каталази і пероксидази у рослинах пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Сучасні перспективи розвитку науки: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 8–9 вересня 2018 року. Київ, 2018. С. 39–40.
16. Павлишин С. В., Коханівська С. В. Урожайність пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Новини науки та прикладні наукові розробки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 28 жовтня 2018 року, м. Львів. Львів, 2018. С. 80–83.

17. Павлишин С. В., Коханівська С. В. Вміст білка у зерні пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Актуальні питання аграрної науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС, 15 листопада 2018 р. Умань, 2018. С. 132–134.
18. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Вміст малонового диальдегіду у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду й регулятора росту рослин. Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр: матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, приуроченої 175-річчю Уманського НУС, 14–15 травня 2019 р. Умань, 2019. С. 40–42.

ABSTRACT

Pavlyshyn S. V. Agro-biological substantiation of applying herbicide and plant growth regulator in the crops of a common emmer wheat. – Qualified scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for the scientific degree of Doctor of Philosophy by the specialty 201 Agronomy (20 Agrarian Sciences and Food). Uman National University of Horticulture, Uman, 2020.

The relevance of the research topic was substantiated, the purpose and tasks were formulated, the scientific novelty and practical significance of the obtained results were highlighted in the introductory part of the dissertation.

The scientific works of domestic and foreign scientists on the study of the influence of biologically active substances (including herbicides and plant growth regulators) applied separately or in tank mixtures on the course of the basic physiological-and-biochemical processes, anatomic-and-morphological changes in the

plants, activity of the microbiota in the rhizospheric soil layer of spiked cereals and other agricultural crops were analyzed; the positive influence of different norms of herbicides and methods of application of plant growth regulators on the formation of plant yields and qualitative indicators of the obtained products was proved in the first part. The further necessity of improvement of some elements of the growing technology of such low-widespread but promising spiked cereal, as emmer wheat, interest to which is growing every year in Ukraine and in the world was defined according to the results of the analysis of the scientific sources.

The research was conducted over the years of 2017–2019 in the conditions of a research field of Uman National University of Horticulture. The research plan provided for the study of the influence of the different norms of the combined herbicide of triazolpyrimidines classes, derivatives of pyridine- and aryloxyalkanecarboxylic acids of Prima Forte 195, which was applied on the vegetative plants, as well as various methods of use (pre-sowing seed treatment, spraying of the vegetative plants) of the plant growth regulators of a natural origin of Wuxal BIO Vita. The field experiment scheme provided for 18 experimental variants, which were used for field and laboratory studies. In addition, experiments in strictly controlled conditions according to the requirements of the vegetative method were carried out for in-depth study of the course of the physiological-and-biochemical processes in emmer wheat plants.

The effect of different norms of Prima Forte 195 herbicide and various methods of application of Wuxal BIO Vita plant growth regulator on the intensity of liperoxidation processes in emmer wheat plants: the highest content of such a product of peroxide oxidation of lipids as malondialdehyde was noticed in the variants of a single application of the herbicide, where it exceeded the control by 162, 190 and 226 % under the norms of Prima Forte 195 of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha on the third day after application, and by 111, 124 and 143 %, respectively, on the tenth day. Studies in strictly controlled conditions were established. It was noted that accumulation of

malondialdehyde in emmer wheat leaves increased with raising the norm of the herbicide application, which could serve as the development indicator of oxidative stress in the plants.

The combined use of Prima Forte 195 herbicide (0.5–0.7 l/ha) and Wuxal BIO Vita plant growth regulator in the norm of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same growth regulator (1.0 l/t) increased the content of malondialdehyde in emmer wheat plants by 67, 91 and 103 % on the third day and by 63, 73 and 89 %, respectively, on the tenth day compared to the control. However, the content of malondialdehyde in these variants was lower compared to the variants with the use of herbicide only, which could indicate the beginning increased level of detoxification processes in the plants aimed at neutralizing the toxicant. It was clear that the combined use of the herbicide and the plant growth regulator in this case served as a factor in reducing or stabilizing the passage of peroxide oxidation processes of lipids in the plants, which in general might be one of the consequences of the changes in the plant enzymatic system.

It was established that glutathione-s-transferase activity increased by 7; 10 and 18 % on the third day compared to the control and by 16; 25 and 31 % on the tenth day of determination under the use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha. It is known that plants constantly require reactive oxygen species to regulate growth and development processes, so the dynamics of glutathione-s-transferase activity in the control and some other variants on the tenth day attested this process.

The indicators of glutathione-s-transferase activity increased by 40; 49 and 53 % on the third day of determination in comparison with the control, by 23; 37 and 40 %, respectively, on the tenth day after spraying the plants with a tank mixture of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with Wuxal BIO Vita in the norm of 1.0 l/t. The glutathione-s-transferase activity in emmer wheat leaves was directed to the reduction of oxidative stress and the formation of plant resistance to the action of

herbicide agent, as evidenced by the reduction of malondialdehyde content in the corresponding variants of the experiment, where the glutathione-s-transferase activity was the highest.

The enzymes of the oxidoreductase class which neutralized the reactive oxygen species and at the same time acted as the markers of the oxidative stress played the important role in the system of antioxidant protection of the plants. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase were the most important of these, the activity of catalase in emmer wheat leaves in the phase of stem elongation increased by 18.0; 22.4; 26.8 % under the use of Prima Forte 195 herbicide in the norm of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha compared to the control I, peroxidases - by 14.8; 22.7 and 39.8 %, respectively, on average, over the years of research. The highest activity indicators of antioxidant enzymes in emmer wheat leaves were noted in the variants of the combined use of Prima Forte 195 herbicide (0.5–0.7 l/ ha) with Wuxal BIO Vita (1.0 l/ha) at the background of the pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator (1.0 l/t). Thus, the catalase activity increased by 49.0; 53.4 and 57.0 % compared to the control I and peroxidase activity – by 68.1; 78.8 and 78.4 %, respectively.

Regarding the activity of polyphenol oxidase enzyme in the leaves, the activity of this enzyme increased by 14.7; 22.0 and 30.5 % compared to the control I after a single use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha; however, the activity increased by 44.6; 52.0 and 59.9 %, respectively, after the combined application of the herbicide and the plant growth regulator at the background of pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator. A similar dependence was observed during the ear formation phase, but the activity of the abovementioned enzymes was slightly higher due to the change in the crop development phase.

It is known that the content of chlorophylls *a* and *b* in the plant organisms is a sensitive indicator of the photosynthesis intensity and one of the most important indicators that determines the quantity and quality of the yield, which is particularly

indicative under the effects of various factors on the plants. The conducted studies in the conditions of a field experiment showed that the content of chlorophylls was largely dependent on the application of Prima Forte 195 herbicide, used separately and in combination with Wuxal BIO Vita plant growth regulator. On average, over the years of research, the content of the sum of chlorophylls *a* and *b* in emmer wheat leaves in the phase of stem elongation increased by 3 % on the dry matter compared to the control I under the application of Prima Forte in the norms of 0.5 and 0.6 l/ha. Increase in the application norm of Prima Forte 195 to 0.7 l/ha caused a decrease in the content of chlorophylls in the leaves compared to the previous norms, on average of 1 %.

The highest accumulation rates of the sum of chlorophylls *a* and *b* were observed in the variants of the combined use of the herbicide with the plant growth regulator at the background of the pre-sowing seed treatment with the same growth regulator. Thus, the content indicators of the sum of chlorophylls *a* and *b* grew by on average of 8–9 % over the years of research at the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha of Prima Forte with Wuxal BIO Vita (1.0 l/ha – during the vegetation) and 1.0 l/t (pre-sowing seed treatment) in the phase of stem elongation.

Positive dynamics was noted in the effect of the preparations and their compositions on the net productivity of emmer wheat photosynthesis. On average, over the years of research the use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha in emmer wheat sowings contributed to the increase of the net sowings productivity by 7; 9 and 6 % compared to the control I. The highest increase of this indicator was observed in the variants of the combined use of Prima Forte in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of seed treatment (1.0 l/t), where this indicator increased by 24; 27 and 22 %, respectively, compared to the control I. There was a close connection at the rate of r = 0.93 between the indicators of the net productivity of emmer wheat photosynthesis and the yield.

The level of changes in the anatomical-and-morphological structure of the leaf epidermis might be connected with the level of plant sensitivity to the herbicide. Thus, the number of epidermis cells in the field of microscope view in the earing phase decreased by 55; 47 and 39 pcs compared to the control I (257 pcs) on average over the years of 2017–2019 under the use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha. At the same time, there was a tendency to the increase in the cells size (length and width) which caused growing of their area by 44; 36 and 29 %, respectively. The dependence on the decrease in the number of cells and the growth of their size was noted by the combined use of the herbicide and the growth regulator at the background of the pre-sowing seed treatment with the same regulator (Prima Forte of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha + Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha + Wuxal BIO Vita of 1.0 l/t). In other words, the number of epidermal cells in the field of microscope view decreased by 91; 83 and 72 pcs compared to the control I; by 36; 35 and 33 pcs in comparison with the variants of a single use of the herbicide. In addition, these variants showed the largest increase in the area of epidermis cells which was 100; 79 and 69 % compared to the control I.

The formation of leaf area was directly dependent on the general development of the aboveground mass of the plant, so the leaves included the most of it. Thus, the area of the leaf apparatus of emmer wheat in the phase of stem elongation increased by 5, 7 and 4 %, respectively, in comparison with the control I under the use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha, respectively. It grew by 3, 3 and 2 % in the earing phase. The largest area of emmer wheat leaf apparatus was formed by the action of the tank mixtures of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same growth regulator (1.0 l/t). Thus, the leaves area in these variants of the experiment increased by 20, 20 and 18 % compared to the control I in the phase of stem elongation and by 14, 14 and 12 %, respectively, in the earing phase.

The greatest increase in height and aboveground biomass of emmer wheat plants was formed over the years of research in the variants of the combined use of Prima Forte 195 (0.5–0.7 l/ha) with Wuxal BIO Vita (1.0 l/ha) at the background of pre-sowing seed treatment with Wuxal BIO Vita (1.0 l/t), where the exceedance of the indicators was 7–37% for height and 12–63 % for biomass compared to the control I on average by phases.

The systematic use of herbicides caused changes in the soil ecosystem reflected in the activity of soil bacteria. The exceedance of the indicators of the total number of the microorganisms was 9; 9 and 6 % at the 10th day and 7; 9 and 5 % at the 25th day compared to the control I under a single use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha on average, over the years of research. The most active increase in the total bacterial population in the rhizosphere of emmer wheat was observed by using the tank mixture of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of pre-sowing seed treatment with Wuxal BIO Vita in the norm of 1.0 l/t. Thus, the total bacterial number in the rhizosphere of emmer wheat increased by 27; 32 and 26 % at the 10th day and 26; 26 and 24 % at the 25th day.

Bacteria of the *Azotobacter* genus belong to free-living microorganisms. Most of their representatives are highly productive nitrogen fixers whose metabolites contain biologically active substances. Bacteria of this genus suffered greater inhibition (10–23 %) in the beginning period of the preparation action (10th day after application) under the application of Prima Forte 195 herbicide in the norms of 0.5–0.7 l/ha, which testified to their sensitivity to the high herbicide norms. Seed inhibition was minimal (4 %) under the complex use of the herbicide and the plant growth regulator at the background of the plant growth regulator treatment. The growth of *Azotobacter* in the rhizosphere of emmer wheat did not suffer in 25 days after the preparation application, especially in the variants of a complex use.

The conducted records of weediness of emmer wheat sowings before the use of preparations testified the mixed type of weediness with prevalence of the following genus: creeping thistle (*Cirsium arvense* L.); field milk thistle (*Sonchus arvensis* L.); cleaver (*Galium aparine* L.); field pennycress (*Thlaspi arvense* L.); lamb's quarters (*Chenopodium album* L.); common hemp-nettle (*Galeopsis tetrahit L.*); purple dead-nettle (*Lamium purpureum L.*); red-rooted pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.); field mustard (*Sinapis arvensis* L.); scentless false mayweed (*Tripleurospermum inodorum* L.); forking larkspur (*Delphinium consolida* L.); field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) among dicotyledonous plants; monocotyledonous (cereal) weeds sprouted unevenly in the sowings and were represented mainly by pearl millet (*Setaria glauca* L.) and green foxtail millet (*Setaria viridis* L.).

It was found that the number of weeds decreased to 35; 28 and 22 pcs/m^2, respectively, in the 30th day after the application of the preparations compared to 146 pcs/m^2 in the control I (without the use of preparations and pre-sowing seed treatment) which corresponded to their destruction by 77; 81 and 85 % by number; by 79; 81 and 87 % by weight under the use of Prima Forte 195 in emmer wheat sowings in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha on average, over the years of research.

The highest number of destroyed weeds was observed under the use of Prima Forte 195 herbicide in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha in a tank mixture with the plant growth regulator of Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same regulator in the norm of 1.0 l/t. Obviously, this was due to the inhibition of the growth and development of viable weeds by emmer wheat plants, which leaf surface, the aboveground mass and the root system developed more intensively under the action of the plant growth regulator. In these variants of the experiment, the proportion of destroyed weeds increased to 90; 92 and 94 % by number and up to 92; 94 and 96 % by weight.

The phytosanitary state of the sowings before harvest showed a similar dependence in the weed destruction in emmer wheat sowings under the use of Prima

Forte 195 herbicide, applied separately and in combination with various ways of use of Wuxal BIO Vita growth regulator. Thus, the technical efficiency of the herbicide was 82; 85 and 87 % by number of destroyed weeds and 78, 82 and 86 % by weight compared to the control I under the use of Prima Forte 195 herbicide in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha.

The highest efficiency of the weed control in emmer wheat sowings was observed in the variants of the combined use of Prima Forte (0.5–0.7 l/ha) with Wuxal BIO Vita at the background of the pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator. Thus, the number of weeds decreased by 91–95 % by number and by 89–92 % by weight in these variants of the experiment. The correlation dependence of yield and weediness was strong and characterized by a correlation coefficient of r = - 0.70.

Increase in the grain yield was on average 4.2; 5.4 and 3.8 % compared to the control I over the years of research based on the analyses of the preparations effect on the formation of the yield capacity of emmer wheat by using Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha. There was a slight (at the rate of 1–2 %) decrease in the yield in the variants of herbicide application in comparison with the areas free of weeds (manual weeding during vegetation, control II). This phenomenon was explained by the unequal sensitivity of different genera and species of wheat to the herbicide because of different levels of metabolism in the plants. The highest increase in the yield of emmer wheat was obtained under the application of Prima Forte 195 in the norms of 0.5, 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita in the norm of 1.0 l/ha at the background of seed treatment with the same plant growth regulator in the norm of 1.0 l/t which exceeded the control I by 19.2; 20.2 and 17.6 %, respectively.

The studied preparations, as well as the weather conditions, greatly influenced the formation of physical indicators of the grain quality of emmer wheat. In particular, the weight of one thousand grains increased on average by 2.9; 3.2 and 1.6 % over three years under the use of Prima Forte 195 herbicide in the norm of 0.5; 0.6 and 0.7

l/ha. Formation of the highest indicators of the weight of 1000 grains occurred under the combined application of Prima Forte 195 in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita plant growth regulator of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator (1.0 l/t), where the weight gain of thousand grains was 11.6; 12.0 and 10.6 %, respectively, compared to the control. The nature of the grain also increased the most (within 2 %) in the same variants of the experiment, while the gain was in the range up to 1% in other variants of the experiment.

The use of the herbicide and the plant growth regulator in the sowings of emmer wheat increased the protein and crude gluten content in the grain, however, these indicators depended on the norms of the herbicide application and on its combinations with the plant growth regulator. Thus, the protein and crude gluten content in the grain of emmer wheat was 15.2; 15.2 and 15.1 % and 29.4; 29.3 and 29.1 %, respectively, on average, over the years of research in the variants of the experiment with the application of Prima Forte 195 in the norms of 0.5, 0.6 and 0.7 l/ha. The content of protein and crude gluten in emmer wheat grain was 16.0; 16.0 and 15.8 % and 31.2; 31.0 and 30.7 %, respectively, under the use of Prima Forte 195 in the norms of 0.5, 0.6 and 0.7 l/ha with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with Wuxal BIO Vita of 1.0 l/t.

Economic evaluation of the preparations use in the technology of emmer wheat growing showed that Prima Forte 195 herbicide in the norms of 0.5 and 0.6 l/ha brought additional net income at the level of 363 and 497 UAH/ha, while the level of profitability was 144 and 145% for the payback of extra costs by 2.1–2.3 times. The highest economic indicators in the experiment were formed in the variant of the combined use of Prima Forte 195 of 0.6 l/ha and Wuxal BIO Vita plant growth regulator of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator in the norm of 1.0 l/t. The high increase in the yield while reducing the prime cost of the production led to the increase in the production

profitability up to 161% in this variant and additional net profit up to 1966 UAH/ha at an energy efficiency ratio of 2.8.

We recommend the combined herbicide of triazolpyrimidines classes, derivatives of pyridine- and aryloxyalkanecarboxylic acids of Prima Forte 195 to be used in the norm of 0.6 l/ha in the combination with the plant growth regulator of a natural origin of Wuxal BIO Vita in the norm of 1.0 l/ha at the background of the pre-sowing seed treatment with the same plant growth regulator in the norm of 1.0 l/t in order to control a wide range of dicotyledonous weed species, increase the yields and the grain quality.

Keywords: herbicide, xenobiotic, plant growth regulator, oxidative stress, reactive oxygen species, photosynthesis, microbiota, emmer wheat.

SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE SUBJECT OF THE THESIS

Papers to publish major scientific results of this thesis paper:

1. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Pigment system of *Triticum dicoccum* by application of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Bulletin of Uman National University of Horticulture. 2018. № 1. P.100–103. (Planning and conducting research, generalizing the results, preparing the article for publication).
2. Karpenko V. P., Prytuliak R. M., Pavlyshyn S. V. The activity of glutathione-s-transferase and the passage of lipid peroxidation reactions in *Triticum dicoccum* leaves by application of herbicide and plant growth regulator. Taurida Scientific Herald. 2018. № 102. P.40–45. (Performing laboratory tests, generalizing results, analyzing literary sources, writing an article).
3. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Activity of antioxidant enzymes in plants of amelcorn under the influence of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO

Vita plant growth regulator. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. 2018. № 3 (99). P.61–65. (Conducting an experiment, writing an article).

4. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Microbiological activity in rhizosphere of amelcorn under the influence of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Scientific reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2018. № 6 (76). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11625. (Doing researches, analyzing results and literature, preparing the article).
5. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Weed infestation of emmer wheat under the application of herbicide Prima Forte 195 and plant growth regulator Wuxal BIO Vita. Podilskyi Herald: Agriculture, Technology, Economics. 2018. № 2 (29). P.25–32. (Performing field research, analyzing results, writing an article).
6. Karpenko V., Pavlyshyn S., Prytuliak R., Naherniuk D. Content of malondialdehyde and activity of enzyme glutathione-S-transferase in the leaves of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. Agronomy Research. 2019. 17(1). P. 144–154. (Performing laboratory research, analysis of literary sources, writing an article).
7. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V., Hnatiuk M. H. The content of gluten and protein in emmer wheat when using biologically active substances. Scientific horizons. 2019. № 7 (80). P.8–14. (Research, analysis of literary sources, article writing).

Papers proving this thesis paper materials validation:

8. Pavlyshyn S. V. Perspectives of integrated application of herbicides and plant growth regulators in the crops of emmer wheat. Materials of the All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists, dedicated to the 115th anniversary of the birth of the outstanding fruit breeder D.S. Duka, May 10–11, 2017, Uman, 2017. pp. 65–66.

9. Pavlyshyn S. V. Efficiency of the use of the Prima Forte herbicide and the plant growth regulator Wuxal BIO Vita in the crops of emmer wheat. Topical Issues of Modern Agrarian Science: materials of the International Scientific and Practical Conference. (Uman, November 15, 2017). Uman, 2017. pp. 87–89.
10. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Dependence of chlorophyll content in the leaves of emmer wheat by the action of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Youth and the Progress of Biology: Program and Abstracts of the XIV International Scientific Conference of Students and Graduate Students dedicated to the 185th Anniversary of B. Dybovskyy birthday (Lviv, April 10-12, 2018). Lviv, 2018. pp. 304–305.
11. Pavlyshyn S. V. Net productivity of photosynthesis of emmer wheat under the use of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Materials of the All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists, May 15-16, 2018, Uman, 2018. pp. 43–44.
12. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Activity of glutathione-s-transferase in the leaves of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. Current trends in science development. Materials of the III International Scientific and Practical Conference (Lviv, July 27-28, 2018). Lviv, 2018. pp. 67–69.
13. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Development of rhizospheric microbiota of emmer wheat depending on the use of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Recovery of Biotic Potential of Agroecosystems: materials of the III International Conference (October 11, 2018, Dnipro). Dnipro, 2018. pp. 61–63.
14. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Associative nitrogen-fixing bacteria of the genus *Azotobacter* of rhizosphere of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. Microbiology in Modern Agricultural Production: materials of the XIII Scientific Conference of Young Scientists dedicated to the

100th Anniversary of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Chernihiv, October 24-25, 2018). National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production. Chernihiv, 2018. pp. 44–46.

15. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Activity of catalase and peroxidase in the plants of emmer wheat under the use of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Current Perspectives of Science Development: materials of the II International Scientific and Practical Conference, September 8-9, 2018. Kyiv, 2018. pp. 39–40.
16. Pavlyshyn S. V., Kokhanivska S. V. Yields of emmer wheat under action of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Science News and Applied Scientific Research: materials of the International Scientific and Practical Conference October 28, 2018, Lviv. Lviv, 2018. pp. 80–83.
17. Pavlyshyn S. V., Kokhanivska S. V. Protein content in the grain of emmer wheat under the use of Prima Forte 195 herbicide and Wuxal BIO Vita plant growth regulator. Topical Issues of Agrarian Science: materials of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 150th Anniversary of the Faculty of Agronomy of Uman NUH, November 15, 2018 Uman, 2018. pp. 132–134.
18. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. The content of malondialdehyde in the leaves of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. Results of the scientific work for 2014–2019: materials of the All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists and Scientific-Pedagogical Workers, timed to the 175th anniversary of the Uman NUH, May 14-15, 2019, Uman, 2019. pp. 40–42.