

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПАВЛИШИН СВЯТОСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

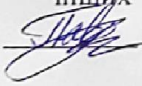
УДК 633.112.6:632.954:631.811.98

ДИСЕРТАЦІЯ

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБЦИДУ Й
РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ
ЗВИЧАЙНОЇ

201 – агрономія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

Науковий керівник – Карпенко Віктор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2020

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 дослідження 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 дослідження 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 Пріма 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 десятю 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 десятю 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 дослідження, 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 I 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 I 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 I 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 БЮ 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 I. 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 поєданого 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 БЮ 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 I. 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 I 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 I (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 I 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 I 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 I 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 дослідіу площа листків порівняно із контролем I 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 I 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 I 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./м² відповідно при 146 шт./м² у контролі I (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 дослідження частка знищених бур'янів за кількістю зростала до 90; 92 і 94 %, а за масою — до 92; 94 і 96 %.

Фітосанітарний 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 I 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 дослідження 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 I 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 II). 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 фоні обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що перевищувало контроль I 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 досліді найбільше зростала і натура зерна (у межах 2 %), в той час коли приріст в інших варіантах досліді був у межах до 1 %.

Застосування в посівах полби гербіциду і регулятора росту рослин підвищувало вміст у зерні білка і сирієї 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 досліді з внесенням Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га вміст білка і сирієї 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 рослини Вуксал БЮ 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 БЮ 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 БЮ 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 БЮ 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 БЮ 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 БЮ 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 плодового 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 агроecosystem: матеріали III Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.
14. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Асоціативні азотфіксуючі 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 діальдегіду 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/m², respectively, in the 30th day after the application of the preparations compared to 146 pcs/m² 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.

ЗМІСТ

ВСТУП	32
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ І ҐРУНТІ ПОСІВІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДІВ РІЗНИХ ХІМІЧНИХ КЛАСІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН (огляд літератури)	40
1.1. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни в рослинах	40
1.2. Мікробіологічна активність ґрунту	46
1.3. Продуктивність зернових культур за дії гербіцидів і регуляторів росту рослин окремо та в сумішах, обґрунтування перспектив їх використання у посівах пшениці полби звичайної	49
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови	55
2.2. Схема досліду та методика.....	61
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА	72
3.1. Інтенсивність проходження процесів перекисного окиснення ліпідів та активність ферменту глутатіон-s-трансферази	72
3.2. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз	79
3.3. Стан пігментного комплексу	87
3.4. Фотосинтетична продуктивність посівів	99

РОЗДІЛ 4. АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА	105
4.1. Анатомічна будова епідермісу листкового апарату	105
4.2. Формування площі листкового апарату.....	110
4.3. Динаміка ростових процесів	115
РОЗДІЛ 5. МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА.....	124
РОЗДІЛ 6. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ	136
6.1. Ефективність контролювання бур'янів.....	136
6.2. Урожайність і якість зерна.....	142
6.3. Економічна й енергетична ефективність	151
ВИСНОВКИ	158
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	162
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	163
ДОДАТКИ.....	204

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

2,4-Д – 2,4-дихлорфеноксоцтова кислота

АФК – активні форми кисню

БАР – біологічно активна речовина

ГСТ – глутатіон-S-трансфераза

д.р. – діюча речовина

ЕДТА – етилендіамінтетраоцтова кислота

Км – коефіцієнт морфоструктури

КУО – колонієутворююча одиниця

МДА – малоновий діальдегід

МПА – м'ясо-пептонний агар

МТЗ – маса тисячі зерен

ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів

РРР – регулятор росту рослин

с.е. – суспензійна емульсія

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

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

ВСТУП

Перед аграрною наукою і виробництвом все більш актуально постає завдання нарощування обсягів виробництва продовольства, кормів та сировини для переробки, виконання якого спрямовується на посилення рівня інтенсифікації ведення аграрного виробництва. Такий підхід дає змогу отримувати досить високі врожаї сільськогосподарських культур, проте практика широкого використання інтенсивних технологій виявила не лише позитивні, а й доволі негативні сторонні впливи таких технологій, особливо на навколишнє природне середовище. Тому, питання розробки нових екологічних способів нанесення пестицидів лише на цільові об'єкти — рослини — з широким запровадженням інтенсивних технологій вирощування стає все більш актуальним і вимагає свого конструктивного вирішення. Сучасна аграрна наука здатна реально розв'язати проблеми у захисті посівів культурних рослин, які ставить виробництво, особливо у напрямку необхідності збереження родючості ґрунту, попередження забруднення води, повітря та навколишнього середовища у поєднанні з високою урожайністю та високою якістю продукції [1, 2].

В умовах глобалізації важливою є поступова переорієнтація спочатку на землеробство з елементами біологізації, а потім — на органічне землеробство, основою якого насамперед є соціальна складова — забезпечення потреб споживачів у якісних, безпечних продуктах харчування без зміни властивостей використовуваних ресурсів [3]. Сільськогосподарські виробники ще повною мірою не можуть обійтися без пестицидів, у тому числі й гербіцидів, але поряд із закупівлею пестицидів підвищується продаж препаратів та добрив на основі природних речовин, бактерій, мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності [4]. Збільшення врожайності сільськогосподарських культур при одночасному зниженні негативних наслідків застосування препаратів хімічного походження може бути досягнуто шляхом їх спільного використання з регуляторами росту рослин природного походження, які здатні нейтралізувати негативні впливи

хімічних речовин на довкілля, що нині є досить перспективним напрямом [5].

Актуальність теми. В останні роки забур'яненість посівів сільськогосподарських культур в Україні невинно зростає, що створює потужну конкуренцію культурним рослинам за умови росту і розвитку [6–8]. За різними даними [9–13], зниження продуктивності посівів сільськогосподарських культур за наявності бур'янів може досягати від 20 до 50 % можливого рівня урожайності, а в окремих випадках — до 40–80 % або ж бути наслідком повної втрати врожаю. Світове землеробство, в тому числі і в Україні, орієнтується на збільшення обсягів застосування гербіцидів, проте широка практика їх використання все більше виявляє негативні наслідки у формуванні резистентних популяцій бур'янової рослинності, істотному забрудненні навколишнього середовища метаболітами, порушенні функціонування кореневої мікробіоти, забрудненні одержаного врожаю залишками препаратів [14–16]. У зв'язку з цим, одним із елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур, що здатний знижувати негативну дію гербіцидів на агроценози, вчені розглядають регулятори росту рослин, зокрема біологічного (природного) походження [17, 18]. Саме регулятори росту рослин здатні підсилювати толерантність культурних рослин до стресових чинників, особливо за інтегрованого використання їх в інтенсивних технологіях [15, 19–20].

Дослідженням питання роздільного і сумісного застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин у посівах зернових культур займалися вітчизняні і зарубіжні вчені, чому присвячено низку наукових праць З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенка, В. В. Швартау, G. Delchev, С. П. Пономаренка, І. Ф. Яппарова, А. О. Кулагіна та ін. Проте у наявних дослідженнях недостатньо висвітлено та розкрито значення регуляторів росту рослин у розробці технологій вирощування сільськогосподарських культур з елементами біологізації, а також відсутні експериментальні дані щодо впливу роздільного й інтегрованого

застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів, формування врожайності і якісних показників такої зернової культури як пшениця полба звичайна, яка останніми роками набуває все більшої популярності як в Україні, так і світі. Враховуючи особливості біології полби звичайної, порівняно з іншими видами пшениць, розробка та оптимізація окремих елементів технології її вирощування з використанням гербіцидів і регуляторів росту рослин, які базуються на вивченні фізіологічних змін у рослинах та мікробіологічних у ґрунті, є вкрай необхідним і актуальним завданням сьогодення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертація є результатом виконання наукової роботи автора упродовж 2017–2019 років, що була складовою тематики досліджень кафедри біології Уманського національного університету садівництва «Розробка новітніх технологій виробництва зернових культур у сівозміні при застосуванні гербіцидів, рістрегулюючих речовин і мікробіологічних препаратів» (номер державної реєстрації 0105U00560), що входить у Програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроecosистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було з'ясування дії різних норм комбінованого гербіциду класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195, внесеного за різних способів використання регулятора росту рослин природного походження Вуксал БЮ Vita, на фізіолого-біохімічні зміни в рослинах пшениці полби звичайної та мікробіологічні — у ґрунті, і розробка та впровадження на цій основі у виробництво науково обґрунтованих заходів з використання досліджуваних препаратів, які б забезпечували формування високого врожаю та

економічної ефективності за максимально можливого зниженого хімічного навантаження на агроценоз.

Відповідно до поставленої мети передбачалося вирішити наступні завдання:

- дослідити фізіолого-біохімічні зміни в рослинах пшениці полби звичайної, зокрема спрямованість проходження ліпероксидаційних процесів, активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз, стан пігментного комплексу рослин за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita;

- простежити анатомо-морфологічні зміни в листковому апараті пшениці полби звичайної, формуванні площі листкового апарату, динаміці ростових процесів за дії досліджуваних препаратів;

- вивчити вплив гербіцидного і рістрегулювального препаратів та їх композицій на функціонування ризосферної мікробіоти пшениці полби звичайної;

- з'ясувати видовий склад бур'янів, особливості формування забур'яненості посівів пшениці полби звичайної, технічну ефективність гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita та їх сумішей;

- простежити дію досліджуваних препаратів на формування продуктивності посівів пшениці полби звичайної та якісні показники зерна;

- виконати економічне та енергетичне обґрунтування ефективності застосування гербіциду Пріма Форте 195 й регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita у посівах полби звичайної.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси, анатомо-морфологічні зміни в рослинах пшениці полби звичайної та мікробіологічні — в ризосфері ґрунту за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita.

Предмет дослідження – пшениця полба звичайна сорту Голіковська, гербіцид Пріма Форте 195 і регулятор росту рослин Вуксал БІО Vita.

Методи дослідження: польовий — закладання дослідів у польових умовах для вивчення ефективності дії гербіциду і регулятора росту рослин окремо та в поєднанні; вегетаційний — закладання дослідів в суворо контрольованих умовах для детального з'ясування особливостей дії препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах пшениці полби; лабораторний — проведення фізіологічних, біохімічних, анатомо-морфологічних аналізів у рослинах, мікробіологічних — у ґрунті; математично-статистичний метод — оцінка достовірності отриманих результатів на основі дисперсійного та кореляційного аналізів; економіко-математичний — встановлення економічної ефективності використання препаратів.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Правобрежного Лісостепу України досліджено дію комплексного гербіциду класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин природного походження Вуксал БІО Vita за різних способів застосування (обробка перед сівбою насіння і вегетуючих рослин) на: спрямованість проходження в рослинах процесів пероксидного окиснення ліпідів; ферментативну активність глутатіон-S-трансферази та активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз. Доведено, що за самотійного використання гербіциду Пріма Форте 195 вміст малонового діальдегіду (МДА) в рослинах пшениці полби звичайної зростає до 137–185 %, водночас за використання гербіциду в суміші з регулятором росту рослин, у тому числі на фоні обробки ним перед сівбою насіння, вміст МДА зростає на 65–115 % за одночасного зростання в рослинах активності глутатіон-S-трансферази в середньому на 32–47 % та окремих ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази) на 45–78 %, що є наслідком загального підвищення антиоксидантного статусу рослин.

Досліджено та виявлено закономірності з впливу різних норм гербіциду Пріма Форте 195, внесених окремо і в комплексі з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita, на пігментний комплекс листків пшениці полби звичайної та на проходження в рослинах фотосинтетичних процесів. Доведено, що за комплексного використання препаратів (внесення гербіциду в сумішах з регулятором росту рослин на фоні обробки ним перед сівбою насіння) фотосинтетична продуктивність посівів збільшується на 22–27 %.

Встановлено, що за різних способів використання регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita з різними нормами гербіциду Пріма Форте 195 у рослинах полби звичайної простежуються анатомо-морфологічні зміни, якими визначається формування розмірів листкового апарату та проходження в рослинах ростових процесів.

Виявлено вплив різних норм гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів використання регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita, на формування мікробіоти ризосфери полби звичайної, що дозволило встановити оптимальні за дією на розвиток ґрунтових мікроорганізмів композицій препаратів.

Відповідно до одержаних результатів розроблено науково обґрунтовані, екологічно, економічно та енергетично доцільні заходи із застосування комплексного гербіциду класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин природного походження Вуксал БІО Vita у посівах пшениці полби звичайної, які дозволяють на 20 % підвищити врожайність культури за підвищених якісних показників зерна та мінімального негативного впливу гербіциду на агроценоз і навколишнє природне середовище.

Запропоновані окремі елементи технології вирощування пшениці полби звичайної, що включають часткову біологізацію, можуть слугувати основою для розробки нових і оптимізації існуючих технологій вирощування інших зернових

колосових культур у напрямку зниження негативного впливу хімічних речовин на агроценози.

Практичне значення одержаних результатів. У результаті проведених досліджень доведено ефективність інтегрованого застосування гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita в посівах пшениці полби звичайної для підвищення врожайності і покращення якості зерна.

Науково обґрунтовані результати досліджень використані в технологіях вирощування пшениці полби звичайної в умовах ДП «Умань-Агро» с. Гереженівка, Уманського району, Черкаської області на площі 30 га (акт впровадження від 28 жовтня 2019 року) (Додаток М.1) та ПП Остапчука Г. Ф. м. Умань, Черкаської області на площі 23 га (акт впровадження від 9 жовтня 2019 року) (Додаток М.2), де забезпечили одержання високих економічних показників.

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

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є авторською працею. Здобувачем висунуто гіпотезу, розроблено схему проведення досліджень, проведено аналіз літературних джерел, експериментальні дослідження та статистичну обробку одержаних результатів. Здійснено узагальнення результатів досліджень, підготовлено друковані праці.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, основні положення та висновки дисертації доповідались та обговорювались на засіданнях кафедри біології Уманського НУС, а також на наукових конференціях: Всеукраїнській науковій конференції молодих учених, приуроченій 115-річчю від дня народження видатного селекціонера плодового Д. С. Дуки (Умань, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2017); XIV Міжнародній

науковій конференції студентів і аспірантів, присвяченій 185 річниці від дня народження Б. Дибовського «Молодь і поступ біології» (Львів, 2018); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених (Умань, 2018); III Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку науки» (Львів, 2018); III Міжнародній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроecosystem» (Дніпро, 2018); XIII науковій конференції молодих вчених, присвяченій 100-річчю з дня заснування Національної академії аграрних наук України «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві» (Чернігів, 2018); II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні перспективи розвитку науки» (Київ, 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки» (Львів, 2018); VI Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС «Актуальні питання аграрної науки» (Умань, 2018); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, приуроченій 175-річчю Уманського НУС «Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр.» (Умань, 2019).

Публікації. Результати досліджень за темою дисертації викладено у 18 наукових працях, серед яких 6 наукових статей у фахових виданнях України, 1 стаття в іноземному виданні, що індексується у наукометричній базі Scopus, 11 тез доповідей на конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Викладена на 242 сторінках друкованого тексту, з них 155 основного, містить 19 таблиць, 8 рисунків. Список використаних джерел включає 376 найменувань, у тому числі 145 латиницею.

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ І ҐРУНТІ ПОСІВІВ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДІВ РІЗНИХ
ХІМІЧНИХ КЛАСІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН
(огляд літератури)

1.1. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни в рослинах

У системах захисту посівів контроль бур'янів займає головне місце, особливо в Україні, де засміченість полів є надзвичайно високою. В середньому вона перевищує 150 тис. насінин бур'янів на 1 м² і для її зменшення потрібні роки ретельного контролю за допомогою високоефективних агротехнічних методів і сучасних гербіцидів з чітким дотриманням регламентів їх застосування (доза, терміни, фази розвитку рослин, погодні умови і т. д.). Гербіциди — це синтетичні препарати, що викликають гальмування росту і загибель небажаних рослин у зв'язку з припиненням ростових процесів. Основою застосування гербіцидів є їх вибіркова дія на різні види рослин. Неоднакова чутливість рослин до гербіцидів пов'язана з особливостями їхньої морфології й обміну речовин, ферментативної системи тощо. У чутливих рослин гербіцид порушує полярність, викликає потовщення пагонів, опадання листя, морфози, у результаті життєдіяльність рослин дезорганізується і настає їхня загибель [21].

Особливо актуальним є застосування гербіцидів у посівах культур, що вирощуються вузькорядним способом, і де за допомогою агротехнічних заходів знищити бур'яни не вдається. Це дає можливість значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур та зменшити матеріально-грошові витрати [22]. Останнім часом для зменшення екологічної небезпечності гербіцидів ведеться поліпшення їх асортименту, вдосконалюються технології використання,

розробляються і вводяться в склад препаратів антидоти (сполуки, що знешкоджують гербіциди, які потрапили на культурні рослини, і не діють на їх гербіцидні властивості по відношенню до бур'янів), ведеться селекція рослин на стійкість до гербіцидів.

За даними науковців [23–25], гербіциди і в подальшому залишаються ефективним засобом контролювання бур'янів в агроценозах, водночас, необхідна термінова оптимізація їх застосування для зниження можливих негативних опосередкованих побічних впливів на нецільові об'єкти. Зменшуючи рівень забур'янення посіву, гербіциди сприяють кращому забезпеченню рослин абіотичними факторами, створюють належні умови для росту і розвитку, сприяють інтенсивнішому проходженню фізіологічних процесів, завдяки чому формується основна частина врожаю [26].

Найважливішою характеристикою гербіцидів є їх вибіркова токсичність, яка поєднує, з одного боку, ефективність знищення якомога більшої кількості видів бур'янів, а з іншого – селективність дії гербіциду, тобто відсутність негативного впливу на культурну рослину [27]. Посіви сільськогосподарських культур не належать до цільових об'єктів дії гербіцидів, проте в умовах агроценозу зазнають їх фітотоксичного впливу, який супроводжується змінами лінійного росту й розвитку рослин, проявами хлорозу, різноспрямованими порушеннями фізіологічних функцій [28, 29] та функціонування фотосинтетичного апарату [30].

Поряд з високою ефективністю щодо боротьби з бур'янами гербіциди можуть викликати зміни ферментативної активності та порушення перебігу головних фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних процесів у рослинному організмі [31, 32]. На сьогоднішній день є дані щодо впливу ксенобіотиків на окремі морфологічні і біохімічні параметри рослин, активність окремих ферментів, переважно дикорослих видів. Антиоксидантні системи стримують утворення активних форм кисню (АФК). Активне їх

функціонування при відсутніх змінах в окиснювальних процесах свідчить про розвиток окиснювального стресу в клітинах і про порушення прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [33–36]. Відомо також, що в таких умовах у рослинах проходить утворення АФК. Різні АФК відіграють важливе значення в передачі сигналів у клітину і в реакціях відповіді на стресові впливи, в регуляції розвитку і т.д. [37, 38]. За впливу ксенобіотиків на рослину рівень АФК у клітинах різко зростає, призводячи до виникнення окиснювального стресу — підвищення стійкої концентрації АФК. Проявом є перекисне окиснення ліпідів — каскад вільнорадикальних реакцій. Вільнорадикальні продукти перехресного окиснення ліпідів (ПОЛ) і карбонильні сполуки, такі як малоновий діальдегід (МДА), мають сильну пошкоджуючу дію на біологічні молекули. ПОЛ викликає значні зміни мембран, порушує гідрофобність і проникність ліпідного біошару і, відповідно, роботу всіх ферментативних систем, асоційованих з мембраною. Дослідженнями А. С. Семенової, А. С. Лукаткіна [39] встановлено, що в ході інкубації висічок листків пшениці в розчині гербіциду Паракват інтенсивність ПОЛ зростала і завжди була вище контрольного варіанту (без обробки гербіцидом). Збільшення тривалості інкубації висічок листків злаків і збільшення концентрації гербіциду призводили до збільшення інтенсивності ПОЛ.

Для ліквідації АФК у рослинах також інтенсифікується діяльність ферментів, зокрема каталази, пероксидази та ін. Н.О. Хромих та ін. [40] у своїй праці констатують, що в листках проростків пшениці, вирощених з насіння, зібраного в оброблених гербіцидами агроценозах, виявлено інтенсивніше функціонування певних ланок антиоксидантного захисту (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, глутатіон-пероксидаза) та уповільнене накопичення продуктів пероксидного окислення ліпідів. Установлено зростання сумарного вмісту хлорофілів ($a+b$) та співвідношення хлорофілів a/b , особливо внаслідок післядії полікомпонентного гербіциду та комбінованої обробки з присутністю

антидоту. Наявність у необроблених гербіцидами рослин другої генерації комплексу метаболічних змін дає підстави вважати їх проявом післядії гербіцидів.

Вміст пігментів, їх співвідношення є важливими показниками сформованості фотосинтетичного апарату. Хлорофіл є фотокатализатором і його нестача обмежує швидкість фотосинтезу. З. М. Грицаєнко та В. П. Карпенко [41, 42] у своєму дослідженні відмічають позитивний вплив композиції Емістиму С у нормі 5 мл/га, внесеного окремо й сумісно з Гранстаром у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га, на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого, зокрема збільшення вмісту хлорофілу в листках і сухих речовин, підвищення чистої продуктивності фотосинтезу.

Результатами досліджень О. І. Заболотного та А. В. Заболотної [43] встановлено позитивний вплив на формування фотосинтетичної поверхні рослин пшениці ярої гербіциду Лінтур 70 WG у композиції з регулятором росту Емістим С у посівах пшениці ярої, що супроводжувалось зростанням площі листової поверхні на 18–23 %.

Дослідження М. С. Дрьомової [44] у посівах пшениці ярої показали наявність певних змін у кількості основних форм пігментів. Було доведено, що обприскування посівів гербіцидами Магнум, Секатор окремо та в сумішах з Пума Супер призводить до зниження вмісту фотосинтетичних пігментів у тканинах рослин. Оскільки різниця між контрольним і дослідними варіантами зберігалась упродовж вегетації, зроблено висновок про значне зниження врожайності (до 11 %). Зміни в кількісному складі фотосинтетичних пігментів призводили до змін показників вмісту хлорофілу, які знаходились у прямій залежності з господарським врожаєм пшениці. Отже, за зниження показників вмісту хлорофілу можна прогнозувати зниження врожайності культури.

М. Ю. Петров та ін. [45] встановили позитивний вплив роздільного застосування регуляторів росту рослин Сілк і Флор Гумат на фотосинтетичну

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

Активація фізіолого-біохімічних процесів у рослинах значною мірою залежить від норми внесення того чи іншого препарату. Так, за внесення норм гербіциду вище рекомендованих виробником спостерігається висока активність систем антиоксидантного захисту рослини, а також можуть бути помітні візуальні ознаки ушкодження рослин [46].

Результати досліджень вчених Уманського національного університету садівництва В. П. Карпенка та ін. [47] у посівах тритикале озимого продемонстрували, що гербіциди Пріма і Пума Супер, внесені окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Біюлан, значно впливають на формування анатомічної структури епідермісу листків тритикале озимого, що відображається як у зміні кількості клітин на одиниці поверхні листка, так і їх розмірів. При цьому ступінь та характер анатомічних змін залежали від виду і норм внесених гербіцидів. Збільшення кількості клітин на одиниці поверхні листка науковці пов'язують з формуванням ознак ксероморфності, які характерні для рослин, що ростуть і розвиваються в несприятливих для них умовах [48]. У той же час повідомляється [49], що значний вплив на анатомічну структуру епідермісу листків накладають погодні умови. Так, за умов посухи рослини зернових колосових культур формують дрібноклітинний листковий апарат. Таку ж тенденцію щодо анатомічної структури листкового апарату ячменю ярого відмічали З. М. Грицаєнко і В. П. Карпенко [41, 42], де під впливом Емістиму С й Гранстару в нормах 10; 15; 20 г/га в анатомічній будові листків відбувалося збільшення площі епідермальних клітин та кількості продихів на одиниці поверхні листка.

Відомо, що за дії стресових чинників, до яких відноситься і застосування гербіцидів, основною вразливою ланкою у процесі накопичення біомаси є фотосинтез. За даними І. Б. Леонтюк [50], внесення гербіциду Калібр і

регулятора росту рослин Біолан активізувало ростові процеси рослин пшениці озимої. Так, за використання лише гербіциду Калібр рослини мали найвищу висоту при внесенні оптимальної норми (60 г/га). За підвищеної норми гербіциду (75 г/га) його фітотоксичність по відношенню до рослин пшениці озимої зростала, що в певній мірі, інгібувало активність ростових процесів порівняно з дією оптимальних норм препарату. Сумісне застосування гербіциду у нормі 45 г/га і регулятора росту рослин сприяло формуванню найкращих біометричних показників рослин.

S. Ashraf [51] у своїй праці констатує, що максимальну висоту рослини пшениці озимої формували за застосування мінімальних (0,01 М) концентрацій 2,4-Д. Посилення росту рослин за мінімальних концентрацій гербіциду пояснюється його позитивним впливом на гормональну систему рослин [52].

За сумісного застосування гербіциду Дербі у нормі 0,07 л/га з регулятором росту рослин Біолан (0,01 л/га) ріст рослин пшениці озимої активізувався, порівняно із варіантами, де гербіцид вносили без регулятора росту рослин. Найвищу висоту рослини формували за середньої досліджуваної норми гербіциду, в даному варіанті отримано і найвищу прибавку врожаю зерна пшениці озимої (17 %). Також було доведено, що підвищення норми гербіциду до 0,08 л/га затримує ріст і розвиток рослин пшениці озимої, у порівнянні з оптимальною нормою [53].

На жаль, на сьогодні дія регуляторів росту рослин, особливо природного походження, та гербіцидів на фізіолого-біохімічні й ростові процеси різних сільськогосподарських культур є вивченою недостатньо. Вважається, що гербіциди порушують нормальний ауксиновий баланс у рослинах, виступають роз'єднувачами окислювального фосфорилування і дихання, пригнічують мітотичну активність в меристемах рослин [54–58]. Питання подальшого вивчення впливу роздільного і сумісного застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні зміни в культурних

рослинах наразі залишається відкритим, особливо з погляду на таку культуру як полба звичайна.

1.2. Мікробіологічна активність ґрунту

Ґрунт є головним джерелом біологічного різноманіття живих організмів, а мікроорганізми, як його основний генофонд, визначають родючість ґрунту та відіграють важливе функціональне значення в кругообігу речовин і енергії [59–61]. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур напряду впливають на життєдіяльність мікроорганізмів, особливо це простежується на прикладі застосування хімічних сполук гербіцидної дії, які можуть мати у відношенні мікробіоти негативне значення. Тому, при виборі захисних заходів хімічного спрямування важливо знати їх вплив на життєдіяльність агрономічно цінних мікроорганізмів [62–64].

Ризосфера ґрунту — складне угруповання прикореневої зони рослин і мікроорганізмів, упорядковане на основі трофічних взаємодій, де відбувається обмін молекулярними метаболітами [65]. Біологічно активні речовини (флавоноїди, лектини, сапоніни, гормони, амінокислоти, цукри та ін.), що накопичуються в ризосфері рослин, визначають розвиток і функціональну активність ґрунтових мікроорганізмів [66–71]. Відомо, що біологічні властивості ґрунтів безпосередньо залежать від біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів та функціонування різних їх еколого-трофічних груп [72–74], а тому мікроорганізми можуть проявляти себе в якості індикатора родючості ґрунтів [75, 76]. Окрім того, вони оперативно реагують на зміни навколишнього середовища і відображають біологічні зміни, викликані ксенобіотиками [77–80].

Аналіз сучасних літературних джерел показує, що наявні в них відомості про вплив гербіцидів на ґрунтову мікробіоту нечисленні і досить суперечливі. Деякі дослідники вважають, що використання гербіцидів є одним з чинників,

що сприяє зниженню біологічної активності ґрунту. Кількість хімічних речовин, які не досягають цільового об'єкта є доволі значною, що, відповідно, негативно впливає на стан та активність ґрунтової біоти [81]. Навіть якщо гербіцидами обробляються лише зелені частини бур'янів, вони можуть вплинути на корисні мікроорганізми, потрапляючи в ґрунт з кореневими виділеннями або після загибелі рослин. Короткочасний вплив активних компонентів гербіциду здатний викликати пригнічення ґрунтових бактерій, призводити до довготривалих наслідків, які проявляються в зміні водного балансу ґрунту, зменшенні концентрації гумусу, падінні інтенсивності процесів фіксації азоту. В результаті запускається ланцюг взаємопов'язаних процесів, які позбавляють ґрунт родючості [82]. Сучасні гербіциди характеризуються високою біологічною активністю і селективністю, але їх невідповідне та надмірне використання може мати негативні наслідки та вплив на навколишнє середовище, зокрема на ґрунтову мікробіоту [83–90]. Активні інгредієнти гербіцидів, які застосовуються в комбінації, можуть створювати адитивні або синергічні ефекти, що призводять до короткострокових або довгострокових змін у біологічній рівновазі ґрунту [91]. На мікроорганізми впливають не лише активні компоненти гербіцидів, а і їх продукти розпаду, які можуть бути більш токсичними, ніж вихідні сполуки [92]. Використання гербіцидів, які повільно розкладаються в ґрунті, може призвести до їх накопичення в концентраціях, шкідливих для життєдіяльності мікроорганізмів [93].

В останні роки вченими виконано низку моделювань основних чинників сучасного екологічного стану агросфери України в рамках концепції екологічного функціонування біорізноманіття, що дозволяє обґрунтувати зв'язок між збіднілим агробіорізноманіттям, проблемами екології та сільськогосподарського виробництва. Ґрунтова мікробіота характеризується вибірковою чутливістю до ксенобіотиків, у тому числі й до гербіцидів. Хімічні обробки гербіцидами здебільшого призводять до загибелі чутливих до певних

препаратів видів мікроорганізмів, що може зумовлювати порушення стану рівноваги ґрунтової екосистеми і звуження спектру мікробіологічної активності. Вітчизняними й закордонними вченими встановлено, що характер дії гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми залежить від низки чинників: норм і хімічних властивостей препаратів, строків їхнього внесення, ґрунтово-кліматичних умов тощо [94–99]. Іноземні вчені приділяють значну увагу дослідженням, присвяченим питанню біодеградації гербіцидів [100–102]. Так, наприклад, результатами досліджень встановлено, що гербіциди групи 2,4-Д добре розкладаються ґрунтовими мікроорганізмами, зокрема з таких родів як *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Cornebacterium*, *Arthrobacter* і *Sporocytophaga*. Мікроорганізми з цих родів здатні руйнувати молекулу гербіциду, що призводить до дезактивації гербіцидної сполуки загалом [103].

Менш вивченою на сьогодні є дія на мікроорганізмів регуляторів росту рослин. Проте літературні джерела свідчать, що за використання регуляторів росту рослин у посівах сільськогосподарських культур підвищується стійкість мікробних асоціацій до негативного впливу ксенобіотиків, у тому числі й гербіцидів, прискорюється їх біологічне розкладання. Зокрема, З. М. Грицаєнко і А. О. Чернега [104] повідомляють, що застосування в посівах ячменю озимого гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га сумісно з Біоланом сприяє збільшенню загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері на 25-ту добу обліку, порівняно із роздільним застосуванням цієї ж норми гербіциду.

У посівах тритикале озимого, під дією гербіцидів Пуми Супер і Пріми, асоціативні мікроорганізми роду азотобактер проявляли значну чутливість до препаратів, особливо за внесення підвищених їх норм на десяту добу обліків. Сумісне застосування Пуми Супер і Пріми з регулятором росту Біолан знижувало негативний вплив гербіцидів на мікроорганізми. Ріст і розвиток азотобактера повністю відновлювався в усіх варіантах дослідів на 25-ту добу після застосування препаратів [105].

Доведено також, що внесення гербіциду Пік 75 WG у комплексі з регулятором росту рослин Регоплант послаблює негативну дію гербіциду на мікробіоту ґрунту соризу, в той же час найкращі умови для її розвитку створюються за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 15–20 г/га в суміші з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин у нормі 250 мл/т. За такого поєднання препаратів загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері соризу зростає на 9–17%, мікроскопічних грибів – на 52–73 % (20 доба), азотобактера – на 6–16 % [106].

Отже, мікробіологічні перетворення хімічних сполук гербіцидів є важливими, оскільки запобігають накопиченню контамінантів у навколишньому середовищі. Оцінка впливу гербіцидів, їх роздільного і сумісного використання з регуляторами росту рослин на мікробні угруповання і структуру їх популяцій, становить значний інтерес для поглиблення знань про управління ризиками застосування гербіцидів у посівах сільськогосподарських культур. Тому, вивчення питання впливу гербіцидів і регуляторів росту рослин на мікробіоту ризосфери пшениць, у тому числі й полби звичайної, є досить актуальним.

1.3. Продуктивність зернових культур за дії гербіцидів і регуляторів росту рослин окремо та в сумішах, обґрунтування перспектив їх використання у посівах пшениці полби звичайної

Одержання високих показників урожайності та якості вирощеної продукції базується на оптимальному поєднанні сорту, удобрення, захисту рослин від шкідливих організмів, стимуляції росту й розвитку регуляторами росту рослин у конкретних агроекологічних умовах [107–109]. Одним із шляхів оптимізації використання гербіцидів може бути розробка технологій сумісного їх застосування із рістрегуляторами та мікробіологічними препаратами із

рістрегулювальними властивостями. Як доведено дослідженнями, сучасні регулятори росту рослин є індукторами стійкості рослин з регуляторними і біозахисними властивостями. По відношенню до культурних рослин вони проявляють антистресову, імуностимулювальну та антимутагенну дії [110, 111]. Окрім того, препарати такого класу дозволяють істотно підвищити частку товарної продукції, одержаної з одиниці площі, а також можуть слугувати каталізаторами більш ефективного використання інших елементів у технології вирощування, насамперед гербіцидів, дозволяючи зменшити норми їх використання [112]. Тому, є всі підстави вважати за доцільне поєднання в одному технологічному процесі використання рістрегулюючих препаратів, мікродобрив, препаратів мікробного походження і гербіцидів [113, 114]. Багаторічними дослідженнями кафедри біології Уманського національного університету садівництва доведена доцільність сумісного застосування гербіцидів із біологічно активними препаратами в посівах зернових культур [115].

В. В. Сахненко [116] стверджує, що активний ріст і розвиток рослин пшениці на ділянках, звільнених від бур'янів за допомогою гербіцидів, сприяє збільшенню розміру колосків, зерна в них та підвищенню маси зерен, порівняно з контролем без гербіцидів.

В свою чергу G. Delchev [117] констатує, що сумісне застосування гербіцидів Паллас, Аксіал та Пасіфіка з регуляторами росту рослин Трісальвіт, Сальвіт, Напсіл і Цемофол у посівах пшениці твердої сприяє зростанню показників маси тисячі зерен, урожайності, вмісту білка та сирої клейковини в середньому до 5 %, порівняно із варіантами самотійного застосування гербіцидів.

І. Ф. Яппаров та А. А. Кулагін [118] встановили, що регулятор росту рослин Стифун, активуючи метаболічні процеси в рослинах пшениці ярої, може попереджувати стресовий вплив гербіциду Топік на них, що відображається у

зростанні показника врожайності на 2,0 ц/га, порівняно із самостійним застосуванням гербіциду. Активізація обмінних процесів може бути пов'язана з впливом регулятора росту рослин на гормональний статус у рослинах [119].

А. К. Злотніков та ін. [120] повідомляють, що регулятор росту рослин природного походження Альбіт проявляє властивості антидоту широкого спектру дії і може застосовуватися для захисту культурних рослин від фітотоксичного впливу гербіцидів, не знижуючи їх захисного ефекту. Так, при застосуванні у бакових сумішах Альбіт знижував гербіцидний стрес в середньому на 16,6 %, а за передпосівної обробки насіння — на 23,2 %.

Т. В. Соколова [121] встановила, що гербіцид Рефері у нормі 0,14 л/га, внесений роздільно і в бакових сумішах з гербіцидами Метафор (5,0 г/га) і Гранстар (7,5 г/га) у посівах пшениці ярої не викликав фітотоксичності. Зниження забур'яненості посівів сприяло зростанню врожайності культури. Застосування Рефері у нормі 0,14 л/га сприяло збільшенню врожайності на 0,33 т/га, а в бакових сумішах з Метафором і Гранстаром — 0,55 і 0,52 т/га відповідно. Додавання регулятора росту рослин Лігногумат до бакової суміші Рефері 0,14 л/га + Гранстар 7,5 г/га забезпечувало отримання максимальної врожайності на рівні 3,49 т/га. Окрім того, доведено, що сумісне застосування вищевказаних гербіцидів і регулятора росту рослин сприяло збільшенню кількості продуктивних стебел на 16,4 шт./м², числа зерен в колосі — на 4,9 шт., маси 1000 зерен — на 5,3 г., кількості рослин — на 25,0 шт./м². Застосування гербіциду Рефері і його бакових сумішей не викликало негативного впливу на перебіг біохімічних процесів у зерні пшениці ярої. За рахунок зниження забур'яненості посівів поліпшувалися умови для розвитку рослин, що в середньому сприяло підвищенню вмісту клейковини на 4 % і білка — на 9 % відносно контролю без препаратів [122].

За даними науковців [123–127], під впливом сучасних регуляторів росту рослин у рослинах збільшується вміст вуглеводів, амінокислот та елементів

мінерального живлення, зростає біологічний потенціал та посилюється імунна система. Це підвищує стійкість посівів до понижених і підвищених температур, дефіциту вологи та до ураження збудниками хвороб і шкідниками. Під впливом регуляторів росту рослин зростає маса кореневої системи та збільшується глибина її проникнення в ґрунт, що дає змогу повніше використовувати запаси вологи і поживних речовин. В умовах посухи регулятори росту знижують коефіцієнт транспірації. Сучасні біологічно активні речовини рослинного походження здатні стимулювати імунітет рослин, забезпечуючи підвищення продуктивності культури і якості зерна, при цьому в агроценозах відновлюється біологічна рівновага і покращується екологічна ситуація. С. П. Пономаренко, З. М. Грицаєнко та ін. [128–130] стверджують, що регулятори росту рослин є невід'ємним елементом інтенсивних технологій. Вони не тільки підвищують урожайність сільськогосподарських культур, але й покращують якість продукції, зменшують строки визрівання врожаю, сприяють стійкості рослин до несприятливих чинників зовнішнього середовища, зменшують обсяги використання пестицидів на 25–40 %, збільшують урожайність на 15–20 %.

Застосовують регулятори росту рослин також і для передпосівної обробки насіння та обприскування рослин у фазах їх розвитку, критичних щодо наявності елементів живлення. Загалом, ці препарати добре поєднуються у бакових сумішах із засобами захисту рослин. Так, за результатами досліджень Н. Г. Власенка та інших [131], обробка насіння пшениці ярої такими препаратами як Біоклад (екстракт із лишайників роду *Cladonia*), Біус (суміш аміної солі, екстракт ялиці сибірської, солей 2,4-Д з бісаміном, екстракт суміші лишайників роду *Usnea*), Ларус (суміш екстракту модрини, солей 2,4-Д з бісаміном, екстракт суміші лишайників роду *Usnea*) сприяла активізації накопичення рослинами надземної і підземної біомаси, при цьому збільшувалась довжина колосу, кількість колосків у колосі, маса тисячі зерен, урожайність, що підтверджує високу ефективність препаратів такого класу як за

передпосівної обробки насіння, так і в період вегетації.

Дослідженнями проведеними А. А. Ямалеєвою та іншими [132], доведено, що вміст білків у листках пшениці ярої за застосування природного регулятора росту і розвитку Гумі 90 у суміші з гербіцидом Луварам (2,4-Д) був значно вищим, ніж у варіантах без застосування регулятора росту.

Перспективним на сьогоднішній день є вивчення механізму дії регуляторів росту рослин на основі витяжок із бурих водоростей *Ascophyllum nodosum*. Екстракти бурих водоростей *Ascophyllum nodosum* більш ніж 40 років широко використовуються у сільському господарстві країн Європейського Союзу. Близько 90 % присутніх на сьогодні на ринку Європи регуляторів росту рослин із витяжок бурих водоростей виробляються із водорості *Ascophyllum nodosum*. Цей факт підтверджує високу фізіологічну ефективність продуктів такого типу [133].

Таким чином, розширення асортименту препаратів на основі природних речовин і застосування їх у технологіях вирощування зернових культур цілком імовірно, сприятиме вирішенню проблеми біологізації рослинництва за рахунок можливості сумісного використання гербіцидів і регуляторів росту рослин, що знижуватиме негативний вплив ксенобіотиків на культурні рослини, підвищуватиме їх толерантність, урожайність та якість зерна, а також дозволить в окремих умовах використовувати менші норми гербіцидів.

Проаналізувавши вищенаведений огляд літературних джерел, можна констатувати, що результати досліджень з питання роздільної та поєднаної дії гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах пшениці полби звичайної у наукових публікаціях майже відсутні, зокрема немає даних стосовно впливу препаратів на фізіолого-біохімічний стан рослин (активність основних ферментів, нагромадження хлорофілів, проходження фотосинтетичних та ростових процесів), а звідси – на формування продуктивності посівів і якості врожаю. Відкритим також залишається питання взаємодії рослин полби з

грунтовою мікробіотою на фоні використання гербіцидів і регуляторів росту рослин, що обмежує розкриття повноти впливу досліджуваних препаратів на агроценози та навколишнє природне середовище. Тому, експериментальні дослідження щодо вивчення роздільної та сумісної дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах полби, мікробіологічні – у ґрунті дадуть можливість створити підґрунтя для підвищення продуктивності даної культури за рахунок впровадження в технологію її вирощування елементів біологізації, що ґрунтуються на збалансованому використанні препаратів хімічного і біологічного походження. Вивчення даних питань сформувало основні напрямки та завдання наших досліджень.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження з впливу різних норм гербіциду Пріма Форте 195, внесених за різних способів використання РРР Вуксал БЮ Vita, на проходження основних фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних процесів у рослинах та мікробіологічних — у ґрунті посівів пшениці полби звичайної проводили в польовій сівозміні кафедри біології дослідного поля Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Польові досліді виконували на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, вміст гумусу в орному шарі (0–30 см) — 3,4 %; вміст азоту лужногідролітичних сполук (за методом Корнфілда) — 103 мг/кг; рухомих сполук фосфору (за методом Чирикова) — 96 мг/кг; рухомих сполук калію — 111 мг/кг; реакція ґрунтового розчину – слабкокисла (рН сол.=5.9). За своїми основними характеристиками ґрунт дослідного поля відповідає ґрунтам помірно-континентальної східноєвропейської частини.

Полба за своїми характеристиками вирізняється з-поміж інших видів пшениць стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, добре зростає на чорноземах, на глині, торф'яниках, відрізняється більшою стійкістю до посухи та краще переносить холод, ніж пшениця звичайна [134; 135].

Клімат зони проведення досліджень – помірно континентальний з

нестійким зволоженням (ГТК–1,2). Літо тепле, помірно-вологе, зима – м'яка, хмарна, з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами [136].

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

Річна сума опадів у середньому складає 633 мм, а іноді коливається за роками від 300 до 750 мм. За теплий період (квітень-жовтень) випадає близько 370 мм опадів або 66 % річної кількості. Найбільші місячні суми опадів припадають на літні місяці — червень і липень (66–68 мм).

Середня температура самого теплого місяця (липня) складає +19,0 °С, а найхолоднішого (січня) — -5,7 °С. Абсолютний мінімум досягає -39°С, максимум +39 °С. Період з середньодобовою температурою більше + 10 °С триває 160–165 діб. Середня річна температура становить +7,4°С. Сума активних температур коливається в межах 2600 і 2660 °С.

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 ккал/см² (3838,5–4051,8 Мдж/м²) за рік, а на частину сумарної ФАР (фотосинтетично активної радіації) приходить 39 ккал/см² (1663,4 Мдж/м²) за період вегетації з температурою повітря вище 5 °С.

Тривалість теплого періоду року з позитивною добовою температурою повітря ($t > 0^{\circ}\text{C}$) складає 245 діб, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур ($t > 5^{\circ}\text{C}$) — 201 доба, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) — 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду ($t > 15^{\circ}\text{C}$) — 109 діб. Зимом середня добова температура повітря може досягати позитивних значень від 0 до +2 °С, а іноді +5 °С.

Весняний сезон починається з переходом середньодобової температури

повітря через +15 °С. Літо характеризується високими температурами — середня температура становить +18 °С з коливаннями в окремі роки від +17 до +22.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури нижче +10 °С спостерігається лише в середині, а рідше — в кінці жовтня.

Стійкий сніговий покрив утворюється 14–22 грудня, сходить 21–23 березня, хоча бувають роки, коли сніговий покрив вже відсутній на початку – у середині лютого. Період з стійким сніговим покривом триває 82–95 днів.

Сніготанення триває 10–14 діб. Сама пізня дата танення 10 квітня, хоча у деякі роки буває 15–20 квітня. Середня висота снігового покриву на полях не перевищує 7–9 см, хоча в окремі роки може бути до 26–50 см. Однак, стійкого снігового покриву не буває. Зимою переважає похмура погода з опадами, що часто випадають, але в незначній кількості. З річної кількості опадів на холодний період припадає приблизно 100–130 мм, що складає 20–25 % річної суми опадів.

У роки проведення досліджень (2017–2019 рр.) погодні умови (табл. 2.1) характеризувались певними особливостями щодо метеорологічних показників, але в цілому були сприятливими для вирощування та розвитку полби.

Сніговий покрив упродовж зими 2017 року був нестійкий. Утворюватися він почав з 13 грудня. Найбільша висота снігу відмічалась 3 лютого — до 26 см, а в другій декаді грудня і лютого становила 5–7 см. Сніговий покрив зійшов у третій декаді лютого. Ґрунт у більшості часу був талим або слабо промерзлим. Максимальна глибина промерзання ґрунту відмічалась у першій декаді грудня та першій декаді січня і становила 21 см, тобто була значно менше середніх багаторічних значень (58 см). Повністю відтанув ґрунт упродовж першої декади березня, що практично на 20 діб раніше, ніж зазвичай.

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік	За рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сума опадів, мм													
Середньобагаторічна	633,0	47,0	44,0	39,0	48,0	55,0	87,0	87,0	59,0	43,0	33,0	43,0	48,0
2017	548,8	21,8	38,9	25,8	53,3	46,4	41,0	59,2	29,9	38,5	53,9	37,9	102,2
2018	600,8	58,4	43,7	65,6	17,5	18,3	82,4	92,9	2,6	105,2	13,8	49,9	50,5
2019	376,6	55,1	23,8	16,3	22,4	35,6	69,8	33,8	19,2	30,6	10,3	14,0	45,7
Середня температура повітря, °С													
Середньобагаторічна	7,4	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4
2017	9,7	-5,2	-2,8	5,9	9,7	14,8	20,0	20,6	22,1	16,5	8,7	3,4	2,1
2018	9,2	-3,0	-3,6	-1,5	13,5	17,9	20,2	20,7	22,1	15,8	10,1	0,2	-2,0
2019	10,4	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	20,7	15,6	10,0	5,5	2,2
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76,0	86,0	85,0	82,0	68,0	64,0	66,0	67,0	68,0	73,0	80,0	87,0	88,0
2017	73,6	84,0	83,0	76,0	60,0	63,0	64,0	65,0	64,0	69,0	80,0	86,0	89,0
2018	74,8	85,0	83,0	81,0	58,0	58,0	67,0	75,0	62,0	74,0	79,0	86,0	90,0
2019	73,9	86,0	82,0	68,0	62,0	72,0	69,0	67,0	63,0	66,0	80,0	84,0	88,0

Весна 2017 року була тривалою та помірно теплою і з недостатньою проти середньобагаторічних значень кількістю опадів. Середні температури повітря в березні на $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ перевищували кліматичну норму. У квітні середня місячна температура склала $9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ більше типових значень ($8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). У травні температура повітря була на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ вищою типових для зони значень, причому швидке наростання тепла почалося з першої її декади, у другій — на $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ було прохолодніше, а в третій — температура знаходилася на рівні $17,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепліше середніх багаторічних показників.

У весняний період з небезпечних для сільськогосподарських культур явищ відзначені заморозки на поверхні ґрунту (10.IV — мінус $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 19.IV - мінус $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ та 25.IV — мінус $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), а останні заморозки в повітрі спостерігалися 11 травня і склали мінус $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. В березні ($25,8\text{ мм}$) та травні ($46,4\text{ мм}$) кількість атмосферних опадів була в сумі на $21,8\text{ мм}$ меншою кліматичної норми, а в квітні їх відмічено на $5,3\text{ мм}$ більше.

Літо 2017 року виявилось теплим (середня температура повітря за сезон склала $20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище кліматичної норми), а атмосферних опадів було відмічено $130,1\text{ мм}$, тобто на $102,9\text{ мм}$ менше кліматичної норми. Середня температура повітря за червень, липень та серпень місяці складала $20,0$; $20,6$ та $22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $2,4$; $1,6$ та $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище типової для зони норми. Особливістю цього літа була середньомісячна температура серпня, яка виявилася вищою температури липня. Атмосферні опади літнього сезону мали зливовий характер. Так, у червні їхня кількість складала всього 41 мм , що було меншим на 46 мм за кліматичну норму, а в липні та серпні їх було на $27,8$ та $29,1\text{ мм}$ менше середньо багаторічних значень [137, 138].

Сніговий покрив упродовж зими 2018 був нестійкий. Найбільша висота снігу відмічалась у другій декаді січня — до 49 см , а в першій декаді січня становила $11\text{--}14\text{ см}$. Сніговий покрив зійшов у першій декаді лютого. Ґрунт у більшості часу був слабкомерзлим або талим. Максимальна глибина

промерзання ґрунту відмічалась у третій декаді лютого і становила 12 см, тобто була значно менше середніх багаторічних значень (58 см). Ґрунт повністю відтанув у другій декаді лютого, що практично на місяць раніше звичайного.

Весна 2018 року була тривалою (розпочалася в третій декаді березня) із наростанням тепла в квітні та нетипово теплим травнем. Кількість атмосферних опадів за рахунок березня на 26,6 мм перевищувала середньобагаторічні значення, але в квітні та травні їх випало відповідно на 30,5 і 36,7 мм менше норми. Середні температури повітря в березні 2018 року були на 1,9 °С меншими за кліматичну норму, сніготанення було повільним, на ґрунті стояла вода. Це унеможливило проведення польових робіт у кінці березня – на початку квітня. У квітні середня місячна температура склала 13,5 °С проти типових значень (8,5 °С), тому була на 5,0 °С вищою. Температура травня підвищувалася до 17,9 °С. Швидке наростання тепла спостерігалось в першій декаді, коли її значення досягали 19,8 °С, тобто на 6,8 °С перевищили типові для району. Друга та третя декади травня були на 0,5 та 2,9 °С теплішими, тому сумарне місячне перевищення температури проти середньо- багаторічних показників знаходилася на рівні 3,3 °С. Перша та друга декади березня за кількістю атмосферних опадів були в сумі на 34,8 мм більше кліматичної норми. В третій декаді березня їх випало 7,8 мм, що було на 8,2 мм меншим типових показників. У першій та другій декадах квітня та першій і третій декадах травня опади були практично відсутні, а тому в середньому за два останні весняні місяці їх сумарний дефіцит складав 67,2 мм.

Літо 2018 року виявилось теплим (середня температура повітря за сезон склала 21,0 °С, що на 2,7 °С вище кліматичної норми), а атмосферних опадів було 177,9 мм, тобто на 55,1 мм менше кліматичної норми. Середня температура повітря за червень, липень та серпень складала відповідно 20,2; 20,7 та 22,1 °С, що на 2,6; 1,7 та 3,9 °С вище типової для району величини. Атмосферні опади літнього сезону мали зливовий характер. Так, у червні та

липні їхня кількість складала 175,3 мм, або на 1,3 мм перевищила кліматичну норму, а в серпні їх було на 56,4 мм менше середньобогаторічних значень, що спричинило посушливі умови [139].

Взимку 2019 року відмічалось незначне промерзання ґрунту та достатній сніговий покрив на його поверхні.

Весняний період 2019 року виявився доволі сприятливим на ранніх етапах росту і розвитку пшениці полби, що пояснюється підвищеними температурними показниками у березні-травні, а також достатніми показниками вологозабезпеченості посівів, особливо у фазі виходу в трубку (травень).

Погодні умови червня і липня 2019 року відмічалися високими середніми температурами, які, загалом, перевищували середні багаторічні показники. Сума опадів у червні (69,6 мм) позитивно впливала на процес формування і наливу зерна.

Аналізуючи метеорологічні умови в роки проведення досліджень в цілому, можна стверджувати, що агрокліматичні та погодні умови в роки досліджень були сприятливими для вирощування полби з незначними відхиленнями, що знайшло своє відображення в проходженні фізіолого-біохімічних процесів та в формуванні продуктивності посівів.

2.2. Схеми дослідів та методика

Дослідження виконували в польових (дослідне поле Уманського НУС), лабораторних умовах (науково-дослідна лабораторія «Екологічного моніторингу в агросфері»), включаючи суворо контрольовані умови вегетаційного дослідів.

Предметом дослідження слугували: пшениця полба звичайна сорту Голіковська, гербіцид Пріма Форте 195 і регулятор росту рослин Вуксал БЮ Vita.

Пшениця полба звичайна (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.) належить до класу Однодольні (*Liliopsida*), порядку Тонконогоцвіті (*Poales*), родини Тонконогові (*Poaceae*), роду Пшениця (*Triticum*) [135].

Сорт пшениці полби звичайної Голиковська середньостиглий, створено в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва в результаті складних міжвидових схрещувань за участі зразків полби ярої K19285, K21961 та сорту пшениці твердої ярої Харківська 41. Тривалість вегетаційного періоду 98 діб, що на три доби більше, ніж у стандарту сорту пшениці твердої ярої Спадщина та на п'ять діб менше за зразок типової півчастої полби Полба 3. Середньорослий, висота рослин становить 80–86 см, середньостійкий проти вилягання. Колос остистий, середньої довжини, пірамідальної форми, середній за щільністю, не ламкий. Зернівка видовжена. Маса 1000 зерен 30–34 г. Сорт відрізняється від класичної полби незначною півчастістю – на рівні 17 % (у Полби 3 – 76 %), що робить його придатним до механізованого висіву та збирання звичайними сільськогосподарськими знаряддями [140, 141]. Районований для вирощування в зоні Лісостепу України. Сорт внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2015 року [142, 143].

Пріма Форте 195, с.е. — новий сучасний комбінований (трикомпонентний) гербіцид для зернових культур і кукурудзи, що максимально повно відповідає агрономічним вимогам до гербіцидів. Гербіцид складається із трьох системних діючих речовин із різних хімічних класів з різними механізмами дії: флорасулам 5 г/л (триазолпіримідини), амінопіралід 10 г/л (похідні піридинкарбонової кислоти), 2,4-Д етил-гексиловий ефір 180 г/л (похідні арилоксиалканкарбонової кислоти). За рахунок поєднання різних механізмів дії діючих речовин миттєво зупиняє ріст бур'янів і, відповідно, припиняє їх конкуренцію з культурними рослинами. Застосування гербіциду виключає появу резистентних видів [144]. На пшениці препарат рекомендується вносити у фазі 2–4 листків однорічних та у фазі розетки багаторічних

дводольних бур'янів до утворення 2-го міжвузля культури у нормах 0,5 – 0,7 л/га [145, 146].

Вуксал БІО Vita — д. р. — витяжка з морських водоростей *Ascophyllum nodosum*, азот (N) – 52 г/л, марганець (Mn) – 38 г/л, сірка (S) – 29 г/л, залізо (Fe) – 6,4 г/л, цинк (Zn) – 6,4 г/л) — регулятор росту рослин (PPP) з високим вмістом біологічно активних сполук та елементів живлення, рекомендований для застосування на широкому спектрі культур з ефектом прилипача й сурфактанта. Покращує стійкість до біотичних і абіотичних стресів. Вміст мікроелементів, зокрема, марганцю, заліза й цинку (хелатовані повністю (ЕДТА)) підсилює синтез хлорофілу, інтенсивність фотосинтезу, синтез білку і стійкість до збудників хвороб, тим самим підвищуючи врожайність і якість продукції. Вуксал БІО Vita рекомендований до застосування на культурах, які знаходяться у стані стресу й мають ознаки хлорозу. На зернових колосових культурах препарат рекомендований до застосування як для передпосівної обробки насіння (1,0–1,5 л/т), так і для обприскування посівів в період вегетації (фаза початку куціння, початку виходу в трубку, поява прапорцевого листка) у нормі 1,0 л/га [147].

Польові досліді з вивчення впливу різних норм гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita закладались за наступною схемою:

1. Без застосування препаратів (контроль I).
2. Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II).
3. Пріма Форте 195 0,5 л/га.
4. Пріма Форте 195 0,6 л/га.
5. Пріма Форте 195 0,7 л/га.
6. Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
7. Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
8. Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.

9. Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
10. Вуксал БІО Vita 1,0 л/т — обробка насіння (фон).
11. Фон + ручні прополювання.
12. Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га.
13. Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га.
14. Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га.
15. Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
16. Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
17. Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
18. Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.

Схема дослідю включала самостійне використання гербіциду та його комбінування за різних способів використання регулятора росту рослин: у варіантах 3–5 в різних нормах застосовували обприскування посівів полби звичайної у фазі завершення кушіння (ВВСН 29) гербіцидом Пріма Форте 195; у варіанті 6 рослини полби обприскували регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; у варіантах 7–9 посіви полби звичайної обприскували в тій же фазі різними нормами гербіциду Пріма Форте 195 сумісно з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га; в 10 варіанті насіння полби перед сівбою обробляли регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/т, що слугувало фоном; 12–14 варіанти — у фазі завершення кушіння (ВВСН 29) полби звичайної вносили різні норми гербіциду Пріма Форте 195 на фоні обробки перед сівбою насіння регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita; у 15 варіанті — на фоні обробки насіння полби звичайної перед сівбою регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita рослини обприскували регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га; у 16–18 варіантах — обприскували рослини полби звичайної сумішшю різних норм гербіциду Пріма Форте 195 з

регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita по фоні обробки насіння полби перед сівбою регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita.

Польовий дослід закладали в триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів на ділянках з площею 64 м², обліковою – 50 м². Пшеницю полбу звичайну висівали сівалкою СЗТ-3,6 з нормою висіву – 4,5 млн. зерен на гектар. Обробку насіння регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita проводили безпосередньо перед сівбою (ВВСН 00). Обприскування рослин проводили у період завершення кушіння полби (ВВСН 29) обприскувачем ОГН–600. Витрата робочого розчину 200 л/га. Технологія вирощування полби була загальноприйнятою для регіону та передбачала виконання відповідних операцій в установлені строки згідно програми досліджень [148–150]. Попередником слугував горох.

З метою поглибленого вивчення проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах полби за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita виконували закладання вегетаційних дослідів [151] за схемою:

1. Без застосування препаратів (контроль).
2. Пріма Форте 195 0,5 л/га.
3. Пріма Форте 195 0,6 л/га.
4. Пріма Форте 195 0,7 л/га.
5. Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
6. Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
7. Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
8. Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
9. Вуксал БІО Vita 1,0 л/т — обробка насіння (фон).
10. Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га.
11. Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га.
12. Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га.
13. Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.

14. Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
15. Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.
16. Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.

Рослини полби вирощували в лабораторних умовах у пластикових посудинах місткістю 12 кг абсолютно сухого типового для польового досліду ґрунту. Вологість ґрунту підтримували ваговим методом на рівні 60 % повної вологоємності. У контрольованих умовах росту і розвитку рослин застосовували підсвічування люмінесцентними лампами 800 лк (14–16 годин). Температуру підтримували на рівні 25 °С. Відносну вологість повітря — на рівні 60 %. Обробку насіння РРР виконували у відповідній нормі, розрахованій на масу насіння, а обприскування вегетуючих рослин гербіцидом і РРР – на площу за концентрацією по відношенню до норм внесення у польових умовах. Протягом однієї доби насіння пророщували в термостаті за температури 26 °С у чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері, після чого висаджували у посудину. Вегетуючі рослини гербіцидом і РРР обробляли у фазі ВВСН 29 (завершення куціння) ручним лабораторним обприскувачем. З метою забезпечення рівномірного освітлення та температурного режиму посудини з рослинами періодично, через 2 доби, міняли місцями. Кількість рослин в одній посудині – 20, повторність дослідів – триразова.

Основні дослідження та спостереження в досліді проводили згідно наступних методик:

1. Інтенсивність оксидативного стресу в рослинах полби оцінювали за реакцією ПОЛ — нагромадженням кінцевого продукту процесу пероксидного окиснення ліпідів — малонового діальдегіду (МДА), за реакцією із тіобарбітуровою кислотою (ТБК) при 532 нм на спектрофотометрі LEKI SS1104 згідно методики [152]. Метод ґрунтується на визначенні кількості забарвленого продукту при довжині хвилі 532 нм, утвореного в результаті взаємодії двох

молекул ТБК з однією молекулою МДА – одного із вторинних продуктів ПОЛ. З цією метою 1 г тканини листків гомогенізували з 3 мл 50 % етанолу та центрифугували 10 хв при 7000 об/хв. До 0,5 мл одержаного супернатанту додавали 0,5 мл 1% розчину тритону X-100, 0,2 мл 0,6 М HCl і 0,8 мл 0,06 М розчину ТБК і нагрівали на водяній бані упродовж 10 хв, після – охолоджували до 15 °С упродовж 30 хв та додавали 0,2 мл 5 мМ розчину Трилона Б і 10 мл 96 % етанолу. Контролем слугувала пробірка, в яку вносили всі реактиви, крім ТБК. Розрахунки вмісту МДА виконували з урахуванням оптичної щільності зразка та відповідних його розведень за коефіцієнта мікромолярного поглинання ТБК $\epsilon=155 \text{ мМ}^{-1} \text{ см}^{-1}$ за хвилі 532 нм та виражали в мкМоль/г сирової речовини;

2. Активність GST — за методом описаним W. H. Habig та ін. [153] у модифікації В. Н. Гришка і Д. В. Сищикова [154]: для цього 1 г сирової тканини листків розтирали у фарфоровій ступці з 3 мл охолодженої до 0 °С води, гомогенат центрифугували 10 хв. при 7000 об/хв. В кювету (довжина оптичного шляху $l=1 \text{ см}$), що містила 2,5 мл 0,1М калій-фосфатного буфера рН=6,5, додавали 0,2 мл 0,015М розчину відновленого глутатіону і 0,1 мл супернатанта. Реакцію ініціювали додаванням в кювету 0,2 мл 0,015М 1-хлор-2,4-динітробензолу (ХДНБ). Паралельно готували контрольну пробу, в яку замість супернатанта додавалася дистильована вода. Зміну оптичної щільності фіксували на третій хвилині за довжини хвилі 340 нм на спектрофотометрі LEKI SS1104. Розрахунки активності фермента виконували з урахуванням оптичної щільності зразка, відповідних розведень, часу реакції за коефіцієнта мікромолярного поглинання ХДНБ за хвилі 340 нм $\epsilon=9.6 \text{ мМ}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Каталітичну активність GST виражали в мкМоль/г сирової речовини за 1 хв.;

3. Активність ферментів класу оксидоредуктаз — каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (гваяколпероксидази) (КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.10.3.1)

визначали у зразках, відібраних у польових умовах у відповідні фази розвитку рослин, за методиками, описаними Х. М. Починком [155];

4. Вміст у листках хлорофілів a і b , суми хлорофілів $(a+b)$ та їх співвідношення з одночасним визначенням у листових пластинах вмісту сухої речовини, визначали на спектрофотометрі LEKI SS1104 з наступним використанням для розрахунків формул для 96 %-го розчину етилового спирту. Концентрацію хлорофілів a і b та їх суму виражали в мг на 1 г сирої речовини та у відсотках на масу сухої речовини [156, 157];

$$C_{\text{хл.а}} = 13,70D_{665} - 5,76D_{649}$$

$$C_{\text{хл.б}} = 25,80D_{649} - 7,60D_{665}$$

$$C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}} = 6,10D_{665} + 20,04D_{649} = 25,1D_{654}$$

де: $C_{\text{хл.а}}$; $C_{\text{хл.б}}$; $C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}}$ – відповідно концентрації хлорофілів a , b і їх суми, мг/л;

D – експериментально одержані величини оптичної щільності за відповідних довжин хвиль.

Розрахувавши концентрацію пігментів за рівняннями, визначили їх масову частку в досліджуваному матеріалі за формулою (мг/г маси сирої речовини):

$$A = \frac{C \cdot V}{H \cdot 1000},$$

де: C – концентрація пігментів, мг/л; V – об'єм екстракту, мл;

H – наважка рослинного матеріалу, г.

5. Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою, описаною А. О. Ничипоровичем [158]:

$$\Phi_{\text{ч.пр.}} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T},$$

де: $\Phi_{\text{ч.пр.}}$ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;

B_1, B_2 – маса сухої речовини з 1 м² на початку та в кінці облікового проміжку часу, г;

L_1, L_2 – площа листової поверхні з 1 м² на початку та в кінці облікового проміжку часу, м²;

T – кількість діб між першим та другим визначенням.

6. Анатоомо-морфологічні зміни листового апарату пшениці полби звичайної вивчали з використанням мікроскопу Micromed XS-5520 за 20 і 40 кратного збільшення із фіксованою цифровою камерою Micromed HD. Зразки для досліджень відбирали за методикою, описаною у З. М. Грицаєнко та ін. [156], коефіцієнт морфоструктури (Км) розраховували згідно рекомендацій В. П. Карпенка [48], за відношенням кількості клітин епідермісу на одиниці поверхні листка дослідного варіанту до кількості клітин епідермісу у варіанті, без застосування препаратів (контроль I);

7. Площу листового апарату рослин визначали з використанням висічок [156] і подальшим розрахунком за формулою:

$$S = \frac{K \times Y}{P} \times B,$$

де:

S – площа листової поверхні, см²;

K – кількість висічок, шт;

Y – площа однієї висічки, см²;

P – маса висічок, г;

B – маса листків з проби, г;

8. Надземну масу рослин – шляхом їх зважування у відповідні фази розвитку [156];

9. Фенологічні фази розвитку пшениці полби звичайної контролювали за шкалою BBCH (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und der Chemischen Industrie). Шкала BBCH використовує

десяткову систему кодів, які поділяються на основні та вторинні етапи органогенезу (00–99, де 00 — сухе зерно перед сівбою; 99 — зібраний врожай який готовий до зберігання) і базується на класифікації за Задоксом та ін. для зернових колосових культур [159].

10. Зразки ризосферного ґрунту для мікробіологічних аналізів відбирали з прикореневої зони рослин на 10 і на 25 добу після внесення препаратів. Стан ризосферної мікробіоти за дії препаратів оцінювали за загальною чисельністю мікроорганізмів, мікроміцетів і азотобактера, шляхом висіву ґрунтової суспензії на відповідні агаризовані середовища — м'ясо-пептонний агар (МПА) — для загальної чисельності мікроорганізмів, середовище Чапека — для мікроміцетів, *Azotobacter* — на безазотистому живильному середовищі Ешбі за обростанням колоніями ґрунтових грудочок [160]. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту [156];

11. Забур'яненість посівів визначали за кількістю і масою бур'янів на 1 м² в 9-кратній повторності у варіанті за методикою С.О. Трибеля та ін. [161];

12. Облік врожаю виконували поділянково, шляхом збирання його прямим комбайнуванням з наступним зважуванням та перерахунком на стандартну вологість зерна;

13. Визначення якості зерна проводили згідно ДСТУ 3768: 2010 «Пшениця. Технічні умови» у зразках зерна на експрес аналізаторі якості зерна FOSS Infratec 1241; масу тисячі зерен — за ГОСТ 10842–89; натуру — за ГОСТ 10840 – 64 [162];

14. Економічну оцінку ефективності застосування гербіциду і РРР виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт [163];

15. Енергетичну ефективність оцінювали згідно В. О. Ушкаренка та ін. [164] та за рекомендаціями, описаними О. К. Медведовським і П. І. Іваненком [165];

16. Достовірність досліду та істотність різниці між показниками в експериментальних дослідженнях оцінювали за результатами дисперсійного та кореляційного аналізів за Б. О. Доспеховим з використанням Microsoft Office Excel [166].

РОЗДІЛ 3

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА

3.1. Інтенсивність проходження процесів перекисного окиснення ліпідів та активність ферменту глутатіон-S-трансферази

Доведено, що гербіциди можуть зумовлювати оксидативний стрес [167, 168], який супроводжується інтенсифікацією генерування АФК [169]. Останні, у свою чергу, зумовлюють порушення структури мембран, білків, ліпідів, вуглеводів і ДНК, підвищують рівень ПОЛ [170, 171]. Підвищення рівня АФК у клітинах у свою чергу запускає захисні механізми, серед яких найбільш важливими вважають активізацію роботи антиоксидантних систем захисту [172]. Тому швидкість детоксикації гербіцидів у культурних рослинах і бур'янах визначає їх селективність [173–175]. Такі передумови складаються у зв'язку з відсутністю або низькою ефективністю функціонування механізмів метаболічної детоксикації гербіцидів у сегетальної рослинності. Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених доведено, що у широколистих (дводольних) бур'янів не проходить шлях кон'югації активних компонентів гербіцидів з глутатіоном, який здійснює глутатіон-S-трансфераза (GST) у культурних рослинах [176–180]. Саме в процесі знешкодження токсиканта в клітинах зростає активність ферментів, у тому числі й глутатіон-S-трансферази (GST) (EC 2.5.1.18) — ферменту, який метаболізує токсичні продукти перекисного окиснення ліпідів, що ушкоджують ДНК і інші компоненти клітин [181]. GST також каталізує утворення глутатіонових кон'югатів, тим самим знижуючи токсичність чужорідних сполук, що виводяться з клітин за допомогою спеціальних АТР-залежних транспортних систем [182–184]. Активація

глутатіон-S-трансферази підсилює здатність клітин до детоксикації токсикантів, що пояснюється участю фермента в нейтралізації АФК [185]. Зокрема, GST каталізує кон'югацію електрофільних і часто гідрофобних токсичних сполук з глутатіоном з утворенням нетоксичних пептидних сполук [186–191].

Гербіциди, порушуючи протікання ключових фізіологічних реакцій у рослинах, у тому числі й ферментативних, зумовлюють в клітинах активацію вільнорадикальних окиснювальних процесів. Найбільш показовим серед них є пероксидне окиснення ліпідів, що слугує показником інтенсивності стресового впливу чинників різної природи, у тому числі й гербіцидів [192]. Тому рівень нагромадження продуктів ПОЛ у рослинах, зокрема МДА, може слугувати індикатором сигнальної системи адаптивного захисту рослинного організму від токсичної дії ксенобіотика [193, 194].

За результатами досліджень вмісту МДА в листках пшениці полби звичайної встановлено, що гербіцидна обробка рослин призводила до порушень метаболічних процесів, ступінь яких залежала від роздільного та інтегрованого застосування гербіцидного препарату з РРР та відповідно відображалася на рівні нагромадження МДА (табл. 3.1).

Найвищий вміст МДА у листках пшениці полби було відмічено у варіантах застосування гербіциду без РРР, 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 МДА зростало, що могло слугувати індикатором розвитку в рослинах оксидативного стресу. Дані результати досліджень узгоджуються з результатами експериментів інших науковців [195, 196], які встановили, що дія гербіцидів на основі 2,4-Д (яка є однією із складових гербіциду Пріма Форте 195) у посівах кукурудзи і пшениці зумовлювала активацію ПОЛ, що проявлялось у підвищеному нагромадженні МДА.

За інтегрованого застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га показники вмісту МДА в листках пшениці полби звичайної на третю добу перевищували контроль на 78, 95 і 111% та на десяту добу — на 79, 94 і 118 % відповідно.

Таблиця 3.1

Вміст МДА (мкМоль/г сирової речовини) у листках пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita (вегетаційний дослід, 2017 р.)

Варіант досліджу	МДА, мкМоль/г сирової речовини	
	на третю добу	на десяту добу
Без застосування препаратів (контроль)	12,9	21,1
Пріма Форте 195 0,5 л/га	33,8	44,6
Пріма Форте 195 0,6 л/га	37,4	47,3
Пріма Форте 195 0,7 л/га	42,1	51,2
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	14,3	23,4
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	23,0	37,8
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	25,1	41,0
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	27,2	45,9
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га (Фон)	14,3	23,7
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	31,2	40,4
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	33,6	43,7
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	36,8	49,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	16,5	27,5
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,5	34,3
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	24,7	36,5
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	26,2	39,9
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,42</i>	<i>2,08</i>

За обприскування рослин пшениці полби Прімою Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita РРР 1,0

л/т показники вмісту МДА відносно контролю на третю добу зростали на 141, 161 і 185 %, на десятю добу — на 91, 107 і 135 % відповідно.

Інтегроване застосування гербіциду Пріма Форте 195 (0,5–0,7 л/га) і РРР на фоні передпосівної обробки насіння РРР підвищувало вміст МДА відносно контролю у рослинах пшениці полби на третю добу на 67, 91 і 103 %, а на десятю добу — на 63, 73 і 89% відповідно. Варто відмітити, що вміст МДА 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 РРР (обробка насіння і рослин) у даному випадку слугувало чинником зниження або стабілізації проходження у рослинах процесів ПОЛ [49], що в цілому може бути одним із наслідків змін в ензиматичній системі рослин.

Ферментативні реакції в механізмі захисних процесів є провідними і найпотужнішими, оскільки вони запобігають не тільки розвитку вільнорадикальних реакцій, але й підтримують високу активність окисно-відновних процесів, забезпечують елімінацію кінцевих кисневих метаболітів із залученням їх до енергетичного обміну і активації процесів синтезу [197]. Метаболічна відповідь клітини на дію подразника залежить від її окисно-відновного стану, який через варіабельність рівня відновленості низькомолекулярних сполук і протеїнів та ефективності системи антиоксидантного захисту здатен впливати на формування адаптаційних реакцій [198]. Згідно з даними науковців [199, 200], продукти ПОЛ – «первинні медіатори» стресу як особливого стану організму, можуть запускати в рослинах відповідні механізми захисту, в тому числі й ферментативні. З причин, які донині не з'ясовані, основні сільськогосподарські культури, такі як пшениця, сорго кукурудза, соя й ін. виявляють значно вищий рівень GST у процесах

детоксикації гербіцидів, ніж бур'яни, що забезпечує можливість керування їх селективною дією у відношенні бур'янів [201].

Визначення активності GST у листках пшениці полби звичайної за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га показало перевищення показника відносно контролю на 7; 10 і 18 % — на третю добу та 16; 25 і 31 % — на 10 добу визначення (табл. 3.2). Подібне зростання активності GST та інших ферментів антиоксидантного захисту у рослин пшениці за впливу гербіцидів відмічали й інші дослідники [202–204].

Таблиця 3.2

Активність GST у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita (вегетаційний дослід, 2017 р.)

Варіант досліджу	GST, мкМоль/г сирової речовини за 1 хв.	
	на третю добу	на десятю добу
Без застосування препаратів (контроль)	4,17	4,43
Пріма Форте 195 0,5 л/га	4,46	5,13
Пріма Форте 195 0,6 л/га	4,62	5,54
Пріма Форте 195 0,7 л/га	4,93	5,81
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,77	5,06
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,02	4,91
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,33	5,18
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,56	5,39
Вуксал БІО Vita 1,0 л/г (Фон)	4,29	4,56
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	4,52	4,60
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	4,70	4,88
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	5,11	5,32
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,89	4,95
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,83	5,44
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,22	6,08
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,38	6,22
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,54</i>	<i>0,48</i>

За обприскування рослин пшениці полби звичайної сумішшю Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га показники активності GST на третю добу перевищували контрольні на 20; 28 і 33 %, а на десяту добу їх зростання до контролю становило 11, 17 і 22 % відповідно.

За даними Б. Ю. Шорнінга й ін. [205], рослини постійно потребують АФК для регуляції процесів росту і розвитку, тому динаміка активності GST у контрольному варіанті та деяких інших на десяту добу засвідчує цей процес. Проте, у варіантах сумісного використання гербіциду й PPP, порівняно із показниками на третю добу, на десяту добу активність GST знижувалася, що свідчить про стабілізацію детоксикаційних процесів у рослинах пшениці полби звичайної та узгоджується з даними інших науковців [206].

За обприскування рослин пшениці полби звичайної Прімою Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita нормі 1,0 л/т активність GST зростала до контролю на 8; 13 і 23 % (третя доба) і на 4, 10 і 20 % (десята доба).

За обприскування рослин баковою сумішшю 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 нормі 1,0 л/т показники активності GST на третю добу визначення в порівнянні з контролем зростали на 40; 49 та 53 %, на десяту добу — 23; 37 і 40 % відповідно. Отримані дані активності GST у варіантах сумісного застосування гербіциду й PPP на фоні передпосівної обробки насіння PPP свідчать про деяке збалансування про-антиоксидантного статусу в рослинах пшениці полби звичайної.

Вищенаведений експериментальний матеріал дає підстави констатувати, що за самостійного внесення гербіциду Пріма Форте 195 (без PPP) вміст МДА в листках пшениці полби звичайної є більшим, ніж у випадку поєднаного застосування гербіциду й PPP як по обробленому, так і по необробленому до сівби насінню цим же PPP. Подібну констатацію продемонстровано на прикладі

гороху з використанням 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (яка є однією із складових гербіциду Пріма Форте 195), де рівень МДА значно зростав, і що слугувало пошкоджуючим фактором галоїд-феноксикислот [207]. Водночас, сумісне застосування гербіциду і PPP на фоні обробки насіння перед сівбою PPP, сприяло зниженню вмісту в рослинах МДА. Тобто можна підсумувати, що за комплексного використання гербіциду й PPP рівень оксидативного стресу в рослинах дещо знижується. Стосовно активності GST в листках пшениці полби звичайної, то в експерименті продемонстровано його зростання за нижчого вмісту МДА, зокрема у варіантах комплексного внесення гербіциду й PPP, особливо по фоні обробки насіння перед сівбою PPP. Очевидно, це дає підставу стверджувати про можливу активізацію обмінних процесів у рослинах, у тому числі й детоксикаційних. Як показали наші попередні дослідження, гербіциди і PPP, маючи різні механізми та спрямованість своєї дії, не проявляють конкуренції за спільні сайти (біологічні мішені). У той же час їх комплексна дія виявляє особливу форму взаємодії, яка може бути охарактеризована як антидотна, що реалізується через активізацію роботи детоксикаційних систем рослин [208].

Таким чином, гербіцидна дія Пріми Форте 195, особливо підвищених норм її використання, зумовлює в рослинах пшениці полби звичайної оксидативний стрес, що проявляється в підвищеному накопиченні продукту перекисного окиснення ліпідів МДА. Вміст МДА у листках пшениці полби звичайної, як компонента сигнальної системи адаптивного захисту рослинного організму, значно зростає за самостійної дії гербіциду, водночас за комплексної дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita — зменшується.

Активність GST у листках пшениці полби звичайної спрямовується на зниження оксидативного стресу та формування стійкості рослин до дії гербіцидного агента, про що свідчить зниження вмісту МДА у відповідних варіантах дослідження, де активність GST була найвищою.

Комплексне застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га із регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, очевидно, зумовлює більш швидкі темпи детоксикації ксенобіотика в рослинах, оскільки в даних варіантах дослідження простежується підвищена активність GST за зниженого вмісту МДА.

3.2 Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз

Численні абіотичні фактори можуть викликати окиснювальний стрес у рослин [209]. Клітини рослин мають високоефективні системи антиоксидантного захисту, які включають як неферментні, так і ферментативні складові, що протидіють активним формам кисню. Серед первинних реакцій рослинної клітини на дію низки ксенобіотиків, у тому числі й гербіцидів, є продукування АФК [210]. Така форма АФК як H_2O_2 першочергово знешкоджується у клітинах ферментами каталазою і пероксидазою: каталаза — розкладає пероксид до водню й кисню; пероксидаза — відновлює пероксид до води, використовуючи в якості донорів електронів різні субстрати. Ферментативну активність, зокрема каталазну і пероксидазну, не рідко використовують в якості індикатора стресового стану рослин [211–213]. Важливе значення в антиоксидантному статусі рослин відіграє такий фермент як поліфенолоксидаза, який за стресових умов каталізує механізми утворення захисних бар'єрів механічної або хімічної природи [214]. Значення даної групи антиоксидантних ферментів пояснюється їх властивістю як «донорів» водню, відновлювачами та «гасителями» синглету O_2 [215].

Одержані експериментальні дані засвідчили значну залежність активності основних антиоксидантних ферментів у рослинах пшениці полби звичайної від

норм гербіциду Пріма Форте 195, внесених окремо і в сумішах з РРР Вуксал БІО Vita по фоні обробки цим же РРР перед сівбою насіння і без нього, а також від погодних умов у роки досліджень (Додаток А, табл. А1–А6). Так, у 2017 р. за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га простежувалось підвищення активності каталази в листках пшениці полби звичайної у фазі виходу рослин в трубку, порівняно із контролем І на 26,0; 32,5; 39,9 %, пероксидази – 18,0; 21,5 і 38,6 %. Дещо нижча активність вищевказаних ферментів була у фазі колосіння, де активність каталази зростала на 6,8; 15,3; і 21,0 %, а пероксидази — 16,3; 19,8 і 35,9 %.

Застосування Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га викликало зростання активності каталази на 19,4 %, пероксидази — на 14,3 % (фаза виходу в трубку) і 6,8 % та 12,6 % (фаза колосіння). Бакові суміші Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га зумовлювали зростання активності каталази на 38,9–55,5 %, пероксидази — на 26,7–48,2 % (фаза виходу в трубку) та на 21,7–33,8 і 19,5–35,8 % (фаза колосіння).

Обробка насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т забезпечила зростання активності каталази на 6,0 %, пероксидази — 3,8 % (вихід рослин в трубку). У фазі колосіння відмічали незначне зниження активності каталази на 2,8 %; активність пероксидази зростала на 3,9 %. Таке зниження активності каталази дехто з вчених пояснює здатністю окремих елементів, що є у складі досліджуваного РРР, стабілізувати активність ферментів [216].

Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га л/га на фоні передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин забезпечило зростання активності каталази на 29,8; 37,1 і 45,5 %, пероксидази — 23,8; 36,0 і 56,5 % (фаза виходу в трубку) і 11,9; 18,7; 26,8 % та 17,6; 26,4 і 41,3 % (фаза колосіння). Активність ферментів зростала і за обробки посівів Вуксалом БІО Vita на фоні передпосівної обробки цим же РРР насіння: каталази — на 27,1 %, пероксидази — на 16,3; 19,8 і 35,9 %.

пероксидази — на 21,3 % (вихід в трубку); на 16,3 та 34,9 % відповідно (фаза колосіння).

Найвищі показники активності антиоксидантних ферментів відмічалися 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 РРР (1,0 л/т). Так, активність каталази порівняно з контролем I зростала на 59,6; 69,6 і 77,0 %, пероксидази — 54,0; 67,6 і 75,4 % (фаза виходу в трубку) і 37,2; 42,5; 51,1 та 47,0; 57,3; 63,9 % у фазу колосіння відповідно.

Щодо активності ферменту поліфенолоксидази, то за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га активність даного ферменту порівняно з контролем I збільшувалась на 13,7–24,0 % (фаза виходу в трубку) та на 17,1–30,9 % (фаза колосіння); за використання тих же норм препарату в баковій суміші із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га — 18,9–27,4 % (фаза виходу в трубку) та 27,0–39,5 % (фаза колосіння), а за самостійного застосування РРР — на 6,3 % (вихід в трубку) і 9,9 % (фаза колосіння).

Обробка насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т викликала незначне зростання активності поліфенолоксидази (на 2,0 % порівняно з контролем I у фазі виходу рослин у трубку та на 12,5 % у фазу колосіння). Пріма Форте 195 у вищевказаних нормах на фоні обробки РРР перед сівбою насіння обумовлювала підвищення активності поліфенолоксидази на 25,7–37,7 % (фаза виходу в трубку) та 37,5–52,0 (фаза колосіння), водночас, внесена в суміші з Вуксалом БІО Vita — 32,0–48 % та 50,1–65,1 % відповідно. У разі самостійного внесення РРР на даному фоні активність ферменту зростала на 9,7 та 20,4 % у відповідні фази розвитку культури.

Подібна тенденція у спрямованості дії досліджуваних препаратів простежувалася у 2018 і 2019 роках, проте вища активність ферментів класу оксидоредуктаз спостерігалася у 2019 році, що свідчить про залежність інтенсивності проходження обмінних процесів у рослинах полби звичайної від

погодних умов. Так, найбільш відчутне зростання каталази, пероксидази і поліфенолоксидази у 2018 році відмічали у варіантах комплексного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т), де перевищення показників відносно контролю І становило: у фазу виходу рослин в трубку — 54,1–59,4 ; 58,9–73,6 та 24,4–40,4 %; у фазу колосіння — 29,1–41,6; 25,7–34,5 та 27,6–42,7 % відповідно. У 2019 році активність каталази, пероксидази і поліфенолоксидази у вищевказаних варіантах зростала у фазу виходу рослин в трубку на 38,7–42,6; 78,9–82,2 та 83,3–97,5 %; у фазу колосіння — на 27,5–33,1; 70,7–74,0 та 93,3–111,4 % відповідно.

У середньому за роки досліджень активність каталази в листках пшениці полби звичайної (фаза 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 (табл. 3.3). Таке зростання активності ферментів може свідчити про прямий вплив ксенобіотика на стан антиоксидантних систем, які активізуються у відповідь на посилене генерування АФК, що утворюються в результаті інтенсифікації в рослинах метаболічних процесів. Ці дані підтверджується дослідженнями й інших вчених [217, 218].

Застосування Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га викликало зростання активності каталази на 11,3 %, пероксидази — на 15,5 %. Очевидно, активізація ферментативної активності за використання РРР може бути зумовлена пришвидшенням обмінних процесів у рослинах, що підтверджується даними інших дослідників [219].

Застосування бакових сумішей Пріма Форте 195 у вищевказаних нормах із Вуксалом БІО Vita спричинило зростання активності каталази на 27,7; 33,4 і 40,1 %, пероксидази — на 46,8; 59,5 і 62,4 %.

**Активність антиоксидантних ферментів у листках пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita,
фаза виходу рослин у трубку (середнє за 2017–2019 рр.)**

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирії речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирії речовини за 1 хв.	Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	92,0	125,2	17,7
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	96,9	132,2	19,0
Пріма Форте 0,5 л/га	108,6	143,7	20,3
Пріма Форте 0,6 л/га	112,6	153,6	21,6
Пріма Форте 0,7 л/га	116,7	175,0	23,1
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	102,4	144,6	19,2
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	117,5	183,8	23,1
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	122,7	199,7	23,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	128,9	203,3	25,5
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	96,6	129,0	19,5
Фон + ручні прополювання	99,5	136,6	20,4
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	114,0	178,3	22,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	118,7	204,3	23,5
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	125,3	205,2	24,1
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	107,2	176,6	20,1
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	137,1	210,4	25,6
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	141,1	223,8	26,9
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	144,4	223,4	28,3
<i>НІР₀₅</i> *	5,0–6,7	5,8–14,5	1,1–1,2

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

Передпосівна обробка насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т викликала зростання активності каталази на 5,0 %, пероксидази — 3,0 %. У варіантах із ручними прополюваннями (контроль II) і ручними прополюваннями на фоні передпосівної обробки насіння РРР простежувалось помірне зростання активності ферментів. Так, активність каталази перевищувала контроль I на 5,3 і 8,2 %, пероксидази — 5,6 і 9,1 %. Очевидно, підвищення активності ферментів у варіантах з ручними прополюваннями є наслідком покращення умов росту й розвитку рослин пшениці, які створюються за відсутності конкуренції з боку сегетальної рослинності, внаслідок чого зростає активність обмінних процесів, невід'ємною складовою яких є ферменти [136].

Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га л/га на фоні передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин забезпечило зростання активності каталази на 23,9; 29,0 і 36,2 %, пероксидази — 42,4; 63,2 і 63,9 %. Активність ферментів зростала і за обробки посівів Вуксалом БІО Vita на фоні передпосівної обробки цим же РРР насіння: каталази — на 16,5 %, пероксидази — на 41,1 %.

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 передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т). Так, активність каталази порівняно з контролем I зростала на 49,0; 53,4 і 57,0 %, а пероксидази — 68,1; 78,8 і 78,4 % відповідно. Отже, можна стверджувати, що за використання бакових сумішей гербіциду з РРР, у порівнянні з варіантами самостійного використання гербіциду, активність каталази й пероксидази значно підсилюється.

Дещо нижчою була активність в рослинах полби ферменту поліфенолоксидази. Так, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га активність даного ферменту у порівнянні з контролем I збільшувалась на 14,7; 22,0 і 30,5 %; за використання цих же норм препарату в баковій суміші

із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га — 30,5; 33,9 і 44,1 %, а за самостійного застосування РРР — на 8,5 %.

Обробка насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т викликала зростання активності поліфенолоксидази порівняно з контролем І на 10,2 %. Пріма Форте 195 у вищевказаних нормах на фоні обробки насіння РРР обумовлювала підвищення активності поліфенолоксидази на 27,1; 32,8 і 36,2 %, водночас, внесена в суміші з Вуксалом БІО Vita — 44,6; 52,0 і 59,9 % відповідно. У разі самостійного внесення РРР на фоні обробки ним же перед сівбою насіння активність ферменту зростала на 13,6 %. Очевидно, підвищення активності поліфенолоксидази є наслідком процесів розпаду фенольних сполук, синтез яких у рослинах можливий за дії гербіциду, а також утворенням надмірної кількості вільних радикалів у листках, що підтверджується експериментальними даними, наведеними в подібному дослідженні [220].

Визначення активності окремих ферментів класу оксидоредуктаз у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita у фазі колосіння показало подібну залежність в спрямованості дії препаратів (табл. 3.4).

Так, за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га активність каталази, пероксидази і поліфенолоксидази зростала порівняно із контролем І на 7,1–15,6 ; 8,6–29,8 і 17,3–34,6 % відповідно; Вуксалу БІО Vita — на 5,5; 7,0 і 10,5 %; водночас за внесення цих же норм гербіциду з РРР показники активності зростали на 18,0–29,1 ; 36,4–54,9 і 34,0–51,2 %.

За використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га по фону активність вищезазначених ферментів зростала до контролю І на 15,1–23,2 — для каталази; на 31,1–50,5 — для пероксидази; 32,7–44,4 % — для поліфенолоксидази.

**Активність антиоксидантних ферментів у листках пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРРВуксал БІО Vita,
фаза колосіння (середнє за 2017–2019 рр.)**

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирії речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирії речовини за 1 хв.	Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	98,7	133,0	16,2
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	94,6	137,5	17,3
Пріма Форте 0,5 л/га	105,7	144,4	19,0
Пріма Форте 0,6 л/га	109,4	152,7	20,3
Пріма Форте 0,7 л/га	114,1	172,7	21,8
Вуксал БІО VITA 1,0 л/га	104,1	142,3	17,9
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	116,5	181,4	21,7
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	120,7	198,7	23,0
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	127,4	206,0	24,5
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	98,8	132,2	18,4
Фон + ручні прополювання	100,7	137,1	19,8
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	113,6	174,4	21,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	117,6	200,1	22,7
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	121,6	196,4	23,4
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	111,5	179,6	19,3
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	129,0	203,5	25,1
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	133,5	215,7	25,9
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	139,0	214,0	27,7
<i>НІР₀₅</i> *	<i>4,9–7,0</i>	<i>5,7–14,2</i>	<i>1,0–1,1</i>

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

Значне перевищення активності антиоксидантних ферментів — каталази, пероксидази і поліфенолоксидази простежувалась за сумісного внесення Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га з РРР Вуксал БІО Vita на фоні обробки РРР насіння, де перевищення до контролю I складало 30,7–40,8 % — для каталази; 53,0–62,2 % — для пероксидази; 54,9–71,0 % — для поліфенолоксидази. Варто зауважити, що в порівнянні із фазою виходу в трубку показники активності ферментів у варіантах застосування гербіциду і РРР окремо і в сумішах були дещо нижчими, а в контролях дещо вищими, що свідчить про залежність активності ферментів від фази розвитку культури.

Таким чином, вищенаведений експериментальний матеріал дає підставу стверджувати, що застосування в посівах полби звичайної гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita зумовлює суттєві зміни в активності ферментів класу оксидоредуктаз, що може бути наслідком впливу на рослини окиснювального стресу. Разом з тим, оптимальні умови для подолання окиснювального стресу у рослинах полби звичайної складаються за використання в посівах гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га в комплексі з РРР Вуксал БІО Vita (1,0 л/га — посходове внесення; 1,0 л/т — обробка насіння перед сівбою), що проявляється в підвищенні інтенсивності ферментативних процесів, спрямованих на ліквідацію шкідливих для рослин метаболітів, індукованих впливом гербіциду. Зокрема, активність каталази у фази виходу рослин полби звичайної в трубку – колосіння зростала в середньому на 40–49 %, пероксидази — 61–70 %, поліфенолоксидази — 50–65 %.

3.3. Стан пігментного комплексу

Формування високих врожаїв сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу, у процесі якого з простих речовин утворюються

багаті енергією складні і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки [221]. Для проходження фотосинтезу необхідна наявність в клітинах рослин пігментів хлорофілу [222–224]. 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 [225–227]. Вищезазначені пластидні пігменти беруть безпосередню участь у формуванні структури фотосинтетичного апарату, відіграють важливе значення у фотосинтетичних та фотохімічних реакціях, які пов'язані із поглинанням і трансформацією енергії, що використовується в процесах синтезу речовин, необхідних для росту і розвитку рослинного організму [228, 229].

При вивченні гербіцидів важливими є дослідження їх дії на процеси, що безпосередньо впливають на формування врожайності вирощуваної культури [230]. За даними досліджень В. П. Карпенка [231] та інших науковців [196, 232], дія гербіцидів, а також їх комплексів із біологічними препаратами на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, а звідси — і на процес фотосинтезу зокрема, реально відображає направленість адаптивних змін і пов'язана з формуванням таких важливих показників як вміст хлорофілу, інтенсивність нагромадження органічної речовини. Гербіциди, знижуючи рівень забур'яненості, сприяють кращому забезпеченню рослин абіотичними факторами життя, зокрема світлом, вологою [26]. Окрім того, встановлено, що на утворення фотосинтетичних пігментів та інтенсивність фотосинтезу позитивний вплив зумовлюють РРР [233].

У результаті проведених досліджень в умовах вегетаційного досліду (табл. 3.5) встановлено, що за використання гербіциду Пріма Форте у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га, внесеного без Вуксалу БІО Vita, вміст хлорофілу *a* в листках пшениці полби звичайної на третю добу після внесення був на 0,03; 0,11 і 0,19 мг/г сирої речовини відповідно нижчим, ніж у контролі.

Вміст хлорофілів а і b, їх сума і співвідношення у листках пшениці полби звичайної, третя доба після внесення препаратів, мг/г сирової речовини (вегетаційний дослід, 2017 р.)

Варіант досліджу	Хлоро-філ <i>a</i>	Хлоро-філ <i>b</i>	Сума хлорофілів	Співвідношення <i>a/b</i>
Без застосування препаратів (контроль)	1,28	0,41	1,69	3,12
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,25	0,37	1,62	3,37
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,17	0,34	1,51	3,44
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,09	0,35	1,44	3,11
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,52	0,53	2,05	2,86
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,41	0,44	1,85	3,20
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,36	0,41	1,77	3,31
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,29	0,35	1,64	3,69
Фон (Вуксал БІО Vita 1,0 л/га) + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,65	0,58	2,23	2,84
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,31	0,46	1,77	2,85
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,27	0,39	1,66	3,26
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,22	0,42	1,64	2,90
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,49	0,52	2,01	2,87
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,43	0,47	1,90	3,04
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,33	0,37	1,70	3,59
<i>HIP</i> ₀₅	0,14	0,05	0,08	—

Вміст хлорофілу *b* виявився меншим проти контролю на 0,04; 0,07 і 0,06 мг/г сирової речовини, а сума хлорофілів (*a+b*) — на 0,07; 0,18 і 0,25 мг/г сирової речовини. На думку науковців [234, 235], зниження вмісту хлорофілу у варіантах досліджу із застосуванням зростаючих норм гербіциду ϵ , ймовірно,

наслідком підвищення рівня ПОЛ у клітинах, у результаті якого може відбуватись гальмування синтезу хлорофілу або ж його руйнування.

Водночас у варіантах, де Пріму Форте 195 застосовували разом із Вуксалом БІО Vita, вміст хлорофілів a , b і їх сума перевищували відповідні показники варіантів без регулятора росту рослин. За внесення Пріми Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita вміст хлорофілів a і b за норми 0,5 л/га препарату перевищував контроль, проте за норм 0,6 і 0,7 л/га був нижчим за показники в контролі.

За використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5 та 0,6 л/га, внесених сумісно з Вуксалом БІО Vita по фоні, вміст хлорофілів a і b перевищував контрольний показник відповідно на 0,32; 0,21 мг/г сирової речовини. Деяко нижчим вміст хлорофілів був за внесення Пріми Форте 195 0,7 л/га та Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га по фоні (перевищення відносно контролю становило 0,01 мг/г сирової речовини). Аналізуючи співвідношення хлорофілу a/b , відмічали тенденцію до його зростання із збільшенням норми гербіциду.

Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів на шосту добу після внесення препаратів (табл. 3.6) продемонструвало підвищення їх вмісту у рослинах пшениці полби звичайної в порівнянні з третьою добою визначення. Однак, за застосування гербіциду без регулятора росту рослин відмічали зниження вмісту хлорофілів. Так, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га вміст хлорофілу a в листках пшениці полби звичайної у відношенні до контролю зменшувався на 0,07; 0,14 і 0,23 мг/г сирової речовини, хлорофілу b — на 0,04; 0,07 і 0,12 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів ($a+b$) — на 0,11; 0,21; 0,35 мг/г сирової речовини відповідно.

За обробки рослин Вуксалом БІО Vita в нормі 1,0 л/га вміст хлорофілу a зростав порівняно з контролем на 0,2 мг/г сирової речовини, хлорофілу b — на 0,12 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів ($a+b$) — на 0,32 мг/г сирової речовини.

Вміст хлорофілів *a* і *b*, їх сума і співвідношення у листках пшениці полби звичайної, шоста доба після внесення препаратів, мг/г сирової речовини (вегетаційний дослід, 2017 р.)

Варіант досліджу	Хлоро-філ <i>a</i>	Хлоро-філ <i>b</i>	Сума хлорофілів	Співвідношення <i>a/b</i>
Без застосування препаратів (контроль)	1,36	0,43	1,79	3,16
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,29	0,39	1,68	3,31
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,22	0,36	1,58	3,39
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,13	0,31	1,44	3,65
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,56	0,55	2,11	2,84
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,46	0,51	1,97	2,86
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,40	0,39	1,79	3,59
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,35	0,37	1,72	3,65
Фон (Вуксал БІО Vita 1,0 л/га) + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,69	0,66	2,35	2,56
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,39	0,45	1,84	3,09
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,37	0,42	1,79	3,26
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,26	0,38	1,64	3,32
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,58	0,56	2,14	2,82
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,52	0,47	1,99	3,23
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,43	0,41	1,84	3,48
<i>HIP</i> ₀₅	0,04	0,04	0,05	—

За сумісного застосування Пріми Форте 195 0,5–0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми із зростанням норми внесення гербіциду знижувався, проте у варіантах з нормами Пріми Форте 195 0,5–0,6 л/га відносно контролю спостерігали його перевищення. Так, у даних варіантах

зростання вмісту хлорофілу *a* складало до контролю 0,10; 0,04 мг/г сирової речовини.

За норми Пріми Форте 0,7 л/га вміст хлорофілу *a* знижувався на 0,01 мг/г сирової речовини. Хлорофіл *b* у варіанті з нормою гербіциду 0,5 л/га зростав на 0,08 мг/г сирової речовини, проте знижувався за норм 0,5 і 0,6 л/га – на 0,04 і 0,06 мг/г сирової речовини відповідно порівняно з контролем. Сума хлорофілів зростала у варіанті з нормою Пріми Форте 0,5 л/га на 0,18 мг/г сирової речовини, проте за норми 0,6 л/га значення було аналогічним із контролем, а за норми 0,7 л/га – зменшувалось на 0,07 мг/г сирової речовини.

Застосування Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же препаратом у нормі 1,0 л/т збільшувало показники вмісту хлорофілів. Так, хлорофіл *a* зростав на 0,33 мг/г сирової речовини, хлорофіл *b* – на 0,23 мг/г сирової речовини, сума хлорофілів – на 0,56 мг/г сирової речовини порівняно з контролем.

Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5 та 0,6 л/га на фоні передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин забезпечило зростання вмісту хлорофілу *a* на 0,03 та 0,01 мг/г сирової речовини відповідно, а за норми 0,7 л/га – зниження на 0,10 мг/г сирової речовини. Хлорофіл *b* зростав за норми 0,5 л/га на 0,02 мг/г сирової речовини, а за норм 0,6 та 0,7 л/га – знижувався на 0,01 та 0,05 мг/г сирової речовини відповідно. Сума хлорофілів за норми гербіциду 0,5 зростала на 0,05 мг/г сирової речовини, за норми 0,6 л/га була аналогічною, а за норми 0,7 л/га – знижувалась на 0,15 мг/г сирової речовини.

Найвищим вміст хлорофілу у листках був за використання гербіциду Пріма Форте 195 сумісно із Вуксалом БІО Vita, внесених на фоні обробки перед сівбою насіння регулятором росту рослин. Так, дана бакова суміш препаратів за норм гербіциду 0,5; 0,6 та 0,7 л/га забезпечила зростання вмісту хлорофілу *a* в листках порівняно з контролем на 0,22; 0,16 та 0,07 мг/г сирової речовини відповідно; хлорофілу *b* за норм гербіциду 0,5 та 0,6 л/га – на 0,13 та 0,04 мг/г

сирої речовини; за норми 0,7 л/га вміст хлорофілу *b* знижувався на 0,02 мг/г сирої речовини. Сума хлорофілів у даних варіантах зростала на 0,35; 0,20 та 0,05 мг/г сирої речовини відповідно.

Зменшення вмісту хлорофілу із збільшенням норми препарату, очевидно, є прямою дією гербіцидного агента на пригнічення ключових фізіолого-біохімічних реакцій пігментного комплексу хлоропластів, оскільки гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні акумулюватись хлоропластами, що, у свою чергу, зумовлює глибокі порушення як в синтетичних процесах, так і в ключових реакціях фотосинтезу [236].

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 РРР Вуксал БІО Vita. Так, у 2017 році (табл. 3.7) 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 становив 1,516 і 1,523 % на суху речовину відносно контролю I (1,478 %). Збільшення норми внесення Пріми Форте 195 до 0,7 л/га викликало зниження вмісту хлорофілів у листках, порівняно з попередніми нормами, до 1,495 %.

Аналогічну залежність впливу досліджуваних норм гербіциду Пріма Форте 195 на вміст хлорофілів спостерігали і в інші фази розвитку полби. Так, у фазу колосіння (табл. 3.8, 3.9) за дії гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га вміст хлорофілу збільшувався відносно контролю I на 0,014; 0,018 і 0,012 %, у фазу молочної стиглості зерна – 0,025; 0,029 і 0,023 % відповідно.

Аналіз експериментальних даних показує, що крім гербіциду на процеси нагромадження хлорофілу значний вплив мав РРР Вуксал БІО Vita. Так, за обприскування посівів Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га вміст хлорофілу у листках полби у фазу виходу рослин в трубку збільшувався відносно контролю I на 0,053 %, а у фази колосіння та молочної стиглості зерна – на 0,010 і 0,017 % відповідно.

Таблиця 3.7

**Вміст хлорофілу в листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду
Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita (фаза виходу рослин у трубку)**

Варіант досліджу	Хлорофіл (<i>a + b</i>), % на суху речовину			
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	1,478	1,513	1,651	1,547
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	1,526	1,571	1,692	1,596
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,516	1,558	1,677	1,584
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,523	1,565	1,689	1,592
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,495	1,538	1,672	1,568
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,531	1,542	1,664	1,579
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,568	1,606	1,705	1,626
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,581	1,613	1,708	1,634
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,543	1,580	1,697	1,607
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	1,486	1,521	1,667	1,558
Фон + ручні прополювання	1,542	1,655	1,734	1,644
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,532	1,646	1,721	1,633
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,539	1,651	1,729	1,640
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,527	1,639	1,714	1,627
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,535	1,549	1,732	1,605
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,609	1,690	1,750	1,683
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,613	1,697	1,754	1,688
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,604	1,686	1,743	1,678
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,076</i>	<i>0,079</i>	<i>0,085</i>	–

Зростання вмісту хлорофілу відмічали також у разі комплексного застосування Пріми Форте у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га.

**Вміст хлорофілу в листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду
Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita (фаза колосіння)**

Варіант досліджу	Хлорофіл (<i>a + b</i>), % на суху речовину			
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	1,724	1,795	1,843	1,787
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	1,746	1,832	1,868	1,815
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,738	1,819	1,858	1,805
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,742	1,827	1,861	1,810
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,736	1,811	1,849	1,799
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,734	1,809	1,847	1,797
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,754	1,851	1,879	1,828
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,756	1,854	1,896	1,835
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,748	1,843	1,871	1,821
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	1,729	1,802	1,846	1,792
Фон + ручні прополювання	1,773	1,867	1,917	1,852
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,764	1,862	1,908	1,845
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,770	1,865	1,914	1,850
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,761	1,857	1,905	1,841
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,752	1,814	1,852	1,806
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,809	1,869	1,929	1,869
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,813	1,871	1,932	1,872
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,802	1,865	1,918	1,862
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,087</i>	<i>0,091</i>	<i>0,093</i>	–

Так, у фазу виходу рослин у трубку зростання показника суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю I становило 0,090; 0,103 і 0,065 %; у фазу колосіння — 0,030; 0,032 і 0,024 %; у фазу молочної стиглості зерна — 0,038; 0,041 і 0,037 % відповідно.

**Вміст хлорофілу в листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду
Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita (фаза молочної стиглості зерна)**

Варіант досліджу	Хлорофіл (<i>a + b</i>), % на суху речовину			
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	1,252	1,287	1,325	1,288
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	1,284	1,318	1,361	1,321
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,277	1,307	1,351	1,312
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,281	1,314	1,354	1,316
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,275	1,302	1,349	1,309
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,269	1,302	1,342	1,304
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,290	1,324	1,372	1,329
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,293	1,326	1,375	1,331
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,289	1,319	1,366	1,325
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	1,256	1,294	1,332	1,294
Фон + ручні прополювання	1,305	1,323	1,365	1,331
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1,296	1,312	1,359	1,322
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1,301	1,319	1,362	1,327
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1,291	1,310	1,358	1,320
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,274	1,306	1,347	1,309
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,331	1,370	1,413	1,371
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,337	1,368	1,417	1,374
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1,324	1,364	1,410	1,366
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,064</i>	<i>0,065</i>	<i>0,068</i>	—

За обробки насіння РРР Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/т вміст хлорофілу у фазу виходу рослин у трубку перевищував контроль на 0,008 % на суху речовину, а в фазі колосіння та молочної стиглості — на 0,005 та 0,004 % відповідно.

Активніше нагромадження суми хлорофілів *a* і *b* відбувалося у варіантах застосування гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння PPP. Так, за норм Пріми Форте 195 0,5 і 0,6 л/га вміст суми хлорофілів *a* і *b* становив у фазу виходу рослин в трубку 1,532 і 1,539 % відповідно, а у фази колосіння та молочної стиглості зерна — 1,764 і 1,770 % та 1,296 і 1,301 % на суху речовину. За внесення Пріми Форте 195 у нормі 0,7 л/га синтез зелених пластидних пігментів дещо пригнічувався і становив: у фазу виходу рослин в трубку — 1,527 %, у фази колосіння та молочної стиглості зерна — 1,761 та 1,291 % на суху речовину. Поєднання обробки насіння в нормі 1,0 л/т з обприскуванням посівів в нормі 1,0 л/га Вуксалом БІО Vita забезпечило зростання вмісту зелених пігментів у листках полби у фазу виходу рослин у трубку до контролю I на 0,057 %, а у фази колосіння та молочної стиглості зерна – на 0,028 та 0,022 % на суху речовину відповідно.

Найвищі показники нагромадження суми хлорофілів *a* і *b* простежувались у варіантах поєданого застосування гербіциду із PPP на фоні передпосівної обробки цим же PPP 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* становили 1,609; 1,613 і 1,604 %; у фазу колосіння — 1,809; 1,813 і 1,802 %; у фазу молочної стиглості зерна — 1,331; 1,337 і 1,324 % відповідно.

У 2018 і 2019 р. простежувалась аналогічна залежність в процесах нагромадження у листках хлорофілів, проте у розрізі років показники дещо різнилися, що вказує на залежність у формуванні вмісту в листках зелених пігментів від погодних умов. Зокрема, у 2018 році найвищі значення вмісту суми хлорофілів *a* і *b* були відмічені у варіантах комплексного застосування гербіциду Пріма 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 цим же PPP насіння (1,0 л/т), де

перевищення показників відносно контролю I складало у фазу виходу в трубку 0,177; 0,184; 0,173 %; у фазу колосіння — 0,074; 0,076; 0,070 %; у фазу молочної стиглості — 0,088; 0,092 і 0,085 % на суху речовину. У 2019 році у фазу виходу рослин в трубку перевищення показників вмісту суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю I складала 0,099; 0,103; 0,092 %; у фазу колосіння — 0,086; 0,089; 0,075 %; у фазу молочної стиглості зерна — 0,088; 0,092 і 0,085 % на суху речовину (відповідно до норм гербіциду).

У середньому за роки проведення досліджень найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* було відмічено у варіанті досліду із сумісним застосуванням Пріми Форте 195 у нормі 0,6 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га, що проводили на фоні обробки насіння РРР у нормі 1,0 л/т. За внесення даного комплексу препаратів вміст суми хлорофілів *a* і *b* перевищував контроль I у фазу виходу рослин у трубку на 0,141 %; у фази колосіння та молочної стиглості зерна – на 0,085 та 0,086 % на суху речовину. За норми гербіциду 0,7 л/га, перевищення суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю I складало у фазу виходу рослин у трубку, колосіння і молочної стиглості зерна 0,131; 0,075 і 0,078 % на суху речовину.

Аналіз одержаних експериментальних даних дає підставу зробити наступні висновки:

- на формування пігментного комплексу в листках полби звичайної значний вплив мають норми внесення гербіциду Пріма Форте195, а також поєднання їх застосування у бакових сумішах і на фоні обробки перед сівбою насіння РРР Вуксал БІО Vita;

- сумісне застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5 і 0,6 л/га і РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т забезпечує зростання вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в середньому за фазами розвитку культури на 8–13 %, що може свідчити про створення більш сприятливих умов для проходження фотосинтетичних процесів;

– підвищення норми внесення Пріми Форте до 0,7 л/га зумовлює незначне зниження вмісту суми хлорофілів a і b у листках полби звичайної, що може бути пов'язано з процесами окисної деструкції, гальмуванням їх синтезу та адаптивними реакціями у рослинному організмі на дію ксенобіотика.

3.4. Фотосинтетична продуктивність посівів

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є важливим показником асиміляційної діяльності посівів, що характеризує інтенсивність накопичення сухої речовини врожаю протягом доби з розрахунку на 1 м² листової поверхні рослин [237]. Синтез сухої речовини фітоценозом та перерозподіл між продукуючою й запасаючою системами є оцінкою рівня його продуктивності [238]. Максимальних значень ЧПФ досягає за умов, коли площа листової поверхні не призводить до взаємного затінення листків, за відсутності пригнічувальної дії посухи [239, 240]. Показник ЧПФ знаходиться в прямій залежності від урожайності, що дозволяє встановити потенціал продуктивності культури у тих чи інших умовах вирощування [241].

У результаті проведених досліджень встановлено, що різні норми гербіциду Пріма Форте 195, способи застосування РРР Вуксал БЮ Vita по-різному впливали на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу (Додаток Б, табл. Б.1). Так, у 2017 році за дії Пріми Форте 195 у нормі 0,5 л/га показник ЧПФ перевищував контроль I на 6 %, а за внесення 0,6 л/га – на 10 %. За дії максимальної норми гербіциду 0,7 л/га ЧПФ перевищувала контроль I на 4 %. Зниження показника ЧПФ у даному дослідному варіанті відбувалося, на нашу думку, через пригнічення формування площі листової поверхні рослин пшениці полби звичайної, окрім того при цій нормі гербіциду менш інтенсивно відбувався синтез хлорофілів.

Застосування регулятора росту рослин Вуксал БЮ Vita сприяло зростанню

показника ЧПФ порівняно з контролем I на 3 %.

Позитивний вплив на ЧПФ було відмічено за сумісного застосування в посівах полби звичайної Пріми Форте 195 з Вуксалом БІО Vita. Так, зокрема, за внесення 0,5 л/га Пріми Форте 195 з Вуксалом БІО Vita даний показник на 12 % перевищував контроль I, а за норм гербіциду 0,6 і 0,7 л/га — 13 і 10 % відповідно.

За передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita показник ЧПФ зростав лише на 1 %. Проте за використання по даному фону Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га ЧПФ зростало до контролю I на 8; 10 і 7 % відповідно. Роздільне застосування Вуксалу БІО Vita на фоні передпосівної обробки насіння забезпечувало зростання показника ЧПФ до контролю I на 5 %.

Найвищі показники ЧПФ формувались у варіантах сумісного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6; 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 відносно контролю I складало 27; 29 і 25 % відповідно.

Подібну залежність у формуванні показників ЧПФ посівів полби звичайної простежували у 2018 і 2019 роках. Проте, найвищі показники ЧПФ формувалися у варіантах сумісного застосування Пріми Форте 0,5–0,6 л/га у суміші з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т), де перевищення до контролю I складало 26–31 % у 2018 році та 20–23 % — у 2019 році. За підвищеної норми Пріми Форте 195 0,7 л/га ЧПФ зростала на 24 % у 2018 році та на 18 % — у 2019 році. Варто зазначити, що формування показників ЧПФ посівів проходило в тісній залежності із погодним умовами. Зокрема, найнижчі показники ЧПФ у варіантах дослідів були відмічені у 2017 році, який характеризувався недостатньою вологозабезпеченістю, а найвищі — у 2019.

У середньому за три роки досліджень застосування в посівах пшениці полби звичайної Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га сприяло зростанню ЧПФ посівів на 7; 9 і 6 % порівняно з контролем I (рис. 3.1). Більш суттєве зростання

ЧПФ відмічене за сумісного застосування Пріми Форте 195 в нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га, де порівняно з контролем I було відмічено зростання даного показника на 14, 15 і 12 % відповідно. Самостійне застосування в посівах полби звичайної РРР забезпечувало зростання ЧПФ порівняно з контролем I на 6 %.

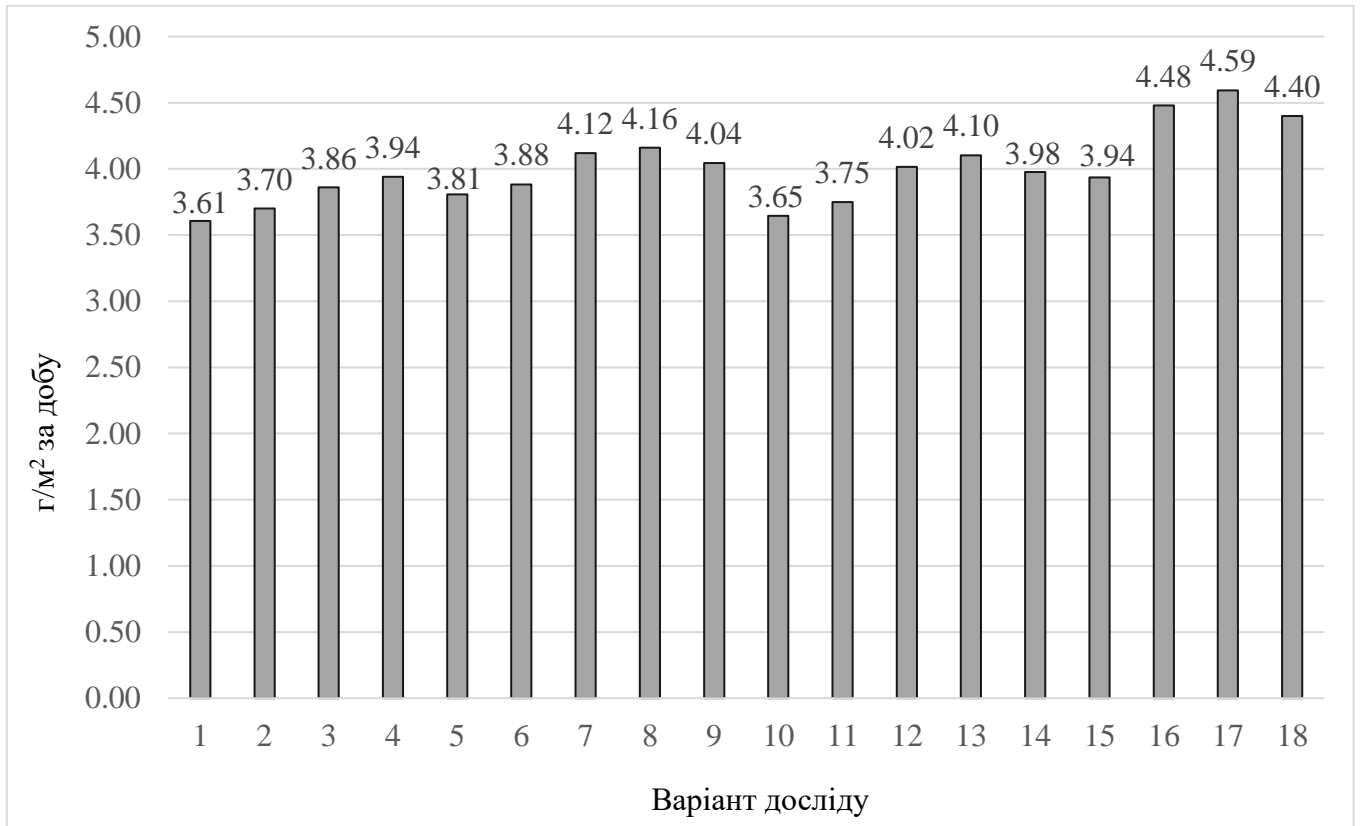


Рис. 3.1. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування РРР Вуксал БІО Vita на ЧПФ посівів пшениці полби звичайної, г/м² за добу (фази виходу в трубку – колосіння) (середнє за 2017–2019 рр., НІР₀₅ 0,16–0,24):

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

У варіанті передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т простежувалося зростання ЧПФ на 1 % порівняно з контролем I. Застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га на фоні обробки насіння Вуксалом БІО Vita підвищувало ЧПФ до 4,02; 4,10 і 3,98 г/м² за добу, що на 11; 14 і 10 % перевищувало контроль I. У випадку самостійного застосування РРР на фоні обробки цим же РРР насіння зростання ЧПФ до контролю I складало 9 %.

Найвище зростання ЧПФ 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 I збільшувався на 24; 27 і 22 % відповідно.

Між ЧПФ посівів полби звичайної та вмістом у листках суми хлорофілів *a* і *b* встановлено тісний кореляційний зв'язок на рівні $r=0,81$; між ЧПФ та врожайністю — $r=0,93$.

Підсумовуючи вищенаведені експериментальні дані, можна стверджувати, що досліджувані препарати та їх композиції позитивно впливали на формування ЧПФ посівів полби. Найсуттєвіше підвищення ЧПФ відносно контролю I (24; 27 %) простежувалось за використання Пріми Форте у нормах 0,5 і 0,6 л/га сумісно із Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні обробки перед сівбою насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що обумовлювалось позитивним впливом даної композиції на проходження в рослинах пшениці полби звичайної основних фізіолого-біохімічних процесів за зниженого конкурентного впливу на культуру бур'янів.

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях [242–250].

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.

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.
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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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 БЮ Vita. *Сучасні перспективи розвитку науки*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 8–9 вересня 2018 року. Київ, 2018. С. 39–40.

9. 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.

РОЗДІЛ 4

АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА

4.1. Анатомічна будова епідермісу листкового апарату

Анатомічна структура вегетативних органів рослин, у тому числі і листкового апарату, за оптимальних умов вирощування є стабільною [251]. Вона здатна відображати реакцію рослинного організму на вплив різних чинників — погодних умов, агротехнічних тощо [252, 253]. Зважаючи на зростання обсягів застосування гербіцидів та РРР у сільськогосподарському виробництві, важливого значення набуває вивчення механізмів дії даних сполук на тканини й клітинні структури, від функціонування яких залежить урожайність і якість врожаю [254]. Листок є одним з перших органів рослинного організму, в який безпосередньо через епідерміс потрапляють ксенобіотики, які здатні чинити вплив на фізіолого-біохімічні процеси в рослині, що в свою чергу викликає зміни в анатомічній структурі листка [255–257].

Дослідженнями доведено, що гербіциди, в тому числі й на основі 2,4-Д (яка є однією із складових гербіциду Пріма Форте 195) здатні викликати зміни в анатомічній структурі листків різних сільськогосподарських культур [258–260]. Рівень змін цілком ймовірно може бути пов'язаний з рівнем чутливості рослини до гербіциду [261]. Так, дослідники [262, 263] відзначають, що внесення гербіцидів у посівах зернових хлібів першої і другої групи зумовлює формування різної кількості клітин та продихів у листкових пластинках залежно від норми внесення препаратів.

Результати виконаних нами досліджень показали, що суттєвий вплив на показники анатомічної будови епідермісу листкового апарату полби звичайної мали погодні умови. Так, у більш посушливих умовах, які склалися упродовж вегетаційного періоду 2017 року, простежувалося скорочення міжфазних періодів, що відображалося і в формуванні анатомічної структури епідермісу листків. Так, якщо у 2017 році в контролі I кількість клітин епідермісу в полі зору мікроскопа складала 326 шт., а площа однієї клітини 793 мкм^2 , то в 2018 — 279 шт. і 997 мкм^2 , а в 2019 — 165 шт. і 1055 мкм^2 відповідно (Додаток В, табл. В.1–В.3). Тобто, можна констатувати, що за посушливих умов 2017 року рослини полби формували більш виражений дрібноклітинний листковий апарат. Разом з тим, формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату пшениці полби звичайної залежало від норм застосування гербіциду Пріма Форте 195 та РРР Вуксал БІО Vita. 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 I (257 шт.) на 55; 47 і 39 шт. (табл. 4.1). Водночас, простежувалася тенденція щодо збільшення розмірів клітин (довжини і ширини), що викликало зростання їх площі на 44; 36 і 29 % відповідно. Такі зміни в розмірах, а відповідно і в площі клітин епідермісу, можуть бути викликані покращенням умов у період вегетації полби внаслідок відсутності конкуренції із сегетальною рослинністю, що узгоджується з твердженнями й інших дослідників [264]. Результати, одержані у варіанті з ручними прополюваннями впродовж вегетації (контроль II) (де виключена дія хімічного агента, яким виступав гербіцид, і сегетальної рослинності), підтверджують такі зміни, про що свідчить зростання площі клітин епідермісу на 82 %.

Застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га сумісно з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га викликало зменшення кількості клітин епідермісу в полі зору мікроскопа відносно контролю I на 67; 67 і 59 шт. і на 12; 20 і 20 шт.

відносно відповідних варіантів самостійного внесення гербіциду. У даних варіантах зростали розміри клітин та їх площа. Максимальною площа однієї клітини листкового епідермісу була за норми Пріми Форте 195 0,5 л/га і становила 1594 мкм²; дещо нижчою (1483 мкм²) — за норми 0,6 л/га. Мінімальне значення було зафіксоване за норми Пріми Форте 195 0,7 л/га і становило 1404 мкм². Щодо контролю I зростання показників площі однієї клітини становило за норм гербіциду Пріма Форте 195 0,5; 0,6 і 0,7 л/га сумісно із Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га 68; 56 і 48 % відповідно. Очевидно, збільшення площі однієї клітини листкового епідермісу відносно контролю I у варіантах бакової суміші гербіциду і РРР викликане, перш за все, послабленням негативної дії гербіцидного агента на рослини, а також антиоксидантними та протекторними властивостями РРР і відсутністю конкуренції з бур'янами.

За внесення Пріми Форте 195 0,5; 0,6 і 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita (1,0 л/т) кількість клітин листкового епідермісу полби зменшилась порівняно з варіантами самостійного внесення гербіциду на 11; 12 і 13 шт., а порівняно до контролю I — на 66; 59 і 52 шт. відповідно. Площа однієї клітини у даних варіантах досліду зросла відносно варіантів самостійного внесення гербіциду на 12; 14 і 11 %; відносно контролю I — на 10–28 %.

Аналогічну залежність щодо зменшення кількості клітин і зростання їх розмірів відмічали за сумісного використання гербіциду і РРР на фоні передпосівної обробки насіння РРР (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 I 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 I складало 100; 79 і 69 %.

**Анатомічна структура епідермісу листового апарату пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita
(фаза колосіння, середнє за 2017–2019рр.)**

Варіант досліджу	Кількість клітин у полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль I)	257	95,7	9,9	948	1,00
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	182	118,0	14,5	1723	0,70
Пріма Форте 195 0,5 л/га	202	106,4	12,8	1365	0,77
Пріма Форте 195 0,6 л/га	210	103,7	12,5	1291	0,80
Пріма Форте 195 0,7 л/га	218	101,2	12,0	1218	0,84
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	222	98,8	11,3	1120	0,88
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	190	115,4	13,8	1594	0,74
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	190	113,1	13,1	1483	0,73
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	198	110,8	12,6	1404	0,76
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га (фон)	242	98,1	11,6	1126	0,95
Фон + ручні прополювання	165	125,9	15,8	1997	0,63
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	191	111,1	13,8	1537	0,74
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	198	108,4	13,5	1466	0,76
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	205	105,8	12,8	1355	0,79
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	230	101,0	12,0	1221	0,91
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	166	122,9	15,4	1898	0,64
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	174	118,3	14,3	1697	0,67
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	185	116,6	13,7	1604	0,72
<i>НІР₀₅*</i>	<i>6–13</i>	<i>4,8–6,2</i>	<i>0,5–0,7</i>	<i>61–85</i>	–

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

Одержані дані свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату полби, що обумовлюється відсутністю або зменшенням конкуренції в посівах культури з бур'янами, а також стимулювальним впливом РРР, як за обприскування посівів в період вегетації, так і для передпосівної обробки насіння, що підтверджується дослідженнями інших науковців [256].

За даними В. Г. Александрова [265], анатомічна структура листка є показником ступеня реагування рослини на дію певного чинника. В. П. Карпенко та ін. [49], вважають за доцільне в таких випадках визначати коефіцієнт морфоструктури (Км) епідермісу листкового апарату, який дозволяє простежити ступінь впливу певного чинника (у нашому випадку гербіциду і РРР).

Виконані розрахунки показують, що вищим Км був у варіантах самостійного використання Пріми Форте 195 — 0,77–0,84, а нижчим — у разі комплексного застосування гербіциду і РРР на фоні передпосівної обробки насіння РРР (0,64–0,72). Дані значення коефіцієнта (менше 1) показують формування меншої кількості клітин, розміри і площа яких збільшуються. Водночас така анатомічна структура листкового апарату відповідає мезоморфному типу листкової поверхні і притаманна для мезофітних рослин, які вирізняються високою продуктивністю [49].

Вищенаведений експериментальний матеріал дає підстави зробити наступні висновки:

– гербіцид Пріма Форте 195, являючись речовиною з високою фізіологічною активністю (поєднує дію трьох компонентів — флорасулам 5 г/л (триазолпіримідини), амінопіралід 10 г/л (похідні піридинкарбонової кислоти), 2,4-Д етил-гексильовий ефір 180 г/л (похідні арилоксиалканкарбонової кислоти)) суттєво впливає на перебіг обмінних процесів у рослинах полби, що

відображається на формуванні відповідної анатомічної структури епідермісу листкового апарату;

– комплексне використання гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita (обробка насіння перед сівбою + обприскування вегетуючих рослин) послаблює негативну дію гербіцидного агента на рослинний організм за одночасного стимулювального впливу PPP, що виражається у формуванні на 69–100 % більшої площі клітин, характерної для анатомічної структури листкового апарату мезоморфного типу.

4.2. Формування площі листкового апарату

Формування врожаю пшениці — складний процес, обумовлений факторами зовнішнього середовища та біологічними особливостями сорту. Велике значення в ньому має площа листкової поверхні. Її формування знаходиться в прямій залежності від загального розвитку надземної маси рослини, тому що більшу частину її складають листки. Листкова поверхня відіграє основне значення в поглинанні CO₂ та продукуванні органічної речовини в процесі фотосинтезу [266, 267]. Кількість поглиненої посівами сільськогосподарських культур фотосинтетично активної радіації великою мірою визначається розміром асиміляційного апарату рослин. Важливою його характеристикою є листковий індекс, тобто площа зелених листків на одиницю площі підстильного ґрунту [268]. Розміри і конфігурація розміщення листків впливають на величину поглинутої посівом світлової енергії, сумарну транспірацію та можливу первинну продукцію органічних речовин [269].

Дослідники у своїх працях [270, 271] вказують, що за достатньої інтенсивності світла, добрій вологозабезпеченості, посіви з площею листа 50–60 тис. м²/га, найкраще реалізують свій продуктивний потенціал. Також доведено [272], що для формування урожайності на рівні 37–40 ц/га зерна,

посіви повинні мати у фазі виколошування площу листків на рівні 34–35 тис. м²/га. Найсприятливіші умови для формування врожаю складаються у випадку, коли загальна площа листків перевищує площу земельної ділянки, зайнятої посівами у 4–5 разів, що позитивно впливає на проходження газообміну та відбувається більш повне поглинання рослинами світла [273]. Результати дослідів вчених показують, що зменшення асиміляційної поверхні призводить до зниження продуктивності рослин [274]. На думку А. О. Ничипоровича [275], дуже велика площа листків (70–80 тис. м²/га) не є корисною, бо при цьому знижується середня інтенсивність фотосинтезу. Крім того, листки пшениці є тимчасовим сховищем запасних поживних речовин, а також частково виконують і механічні функції, укріплюючи міцність стебла. Розміщення листків з меншим кутом відхилення відносно стебла сприяє кращому проникненню сонячного світла і зростанню інтенсивності фотосинтезу. Найбільше значення має добрий функціональний стан верхнього (останнього) листка, який дає до 70 % асимілятів [276].

Проведеними дослідженнями встановлено позитивний вплив застосування гербіциду Пріма Форте 195 окремо і в поєднанні з РРР Вуксал БІО Vita на формування площі листків на фоні різних погодних умов у роки проведення досліджень (Додаток Г, табл. Г.1, Г.2). Так, у 2017 році за внесення гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га площа листкового апарату полби звичайної у фазу виходу в трубку зростала відносно контролю І на 4; 6 і 3%, у фазу колосіння — на 11; 12 і 8 % відповідно. Водночас, внесення гербіциду Пріма Форте 195 у вищевказаних нормах у баковій суміші з РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га сприяло наростанню листкового апарату рослин полби звичайної в середньому на 7–11 % у фазі виходу в трубку і 9–11 % — у фазі колосіння. Збільшення площі листкового апарату рослин полби звичайної за використання Пріма Форте 195, ймовірно, відбувалося завдяки створенню

сприятливого світлового, поживного й водного режимів на фоні усунення конкуренції з боку сегетальної рослинності.

У той же час, на формування площі листкового апарату полби звичайної позитивно впливала передпосівна обробка насіння РРР: так, якщо у контролі І площа листків становила у фазі виходу в трубку 17,5 тис. м² /га, у фазі колосіння — 28,5 тис. м² /га, то за обробки насіння перед сівбою РРР Вуксал БІО Vita (1,0 л/т) вона складала 18,1 тис. м² /га і 29,2 тис. м² /га. Застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою РРР забезпечило зростання площі листкового апарату полби звичайної, порівняно з варіантами, де насіння не обробляли РРР, у середньому на 2 % у фазу виходу в трубку та на 3 % — у фазу колосіння.

Максимальне зростання площі листкового апарату простежувалось за внесення композицій Пріма Форте 195 з Вуксал БІО Vita на фоні обробки насіння цим же РРР, де в порівнянні до варіантів самостійного використання гербіциду вона зростала в середньому на 18 % — у фазі виходу в трубку та на 11 % — у фазі колосіння. Порівняно до контролю І у даних варіантах площа листкового апарату в середньому зросла на 23 % у фазі виходу в трубку та на 15 % — у фазі колосіння.

Аналогічна залежність щодо дії препаратів на формування площі листкового апарату простежувалася і в 2018 та 2019 роках. Проте, площа листкового апарату у контролі І засвідчила, що погодні умови в ці роки були більш сприятливими для росту і розвитку рослин полби звичайної, ніж у 2017 р.. Зокрема, показник площі листків у контролі І у 2018 році зріс відносно 2017 року в середньому на 11 %, а в 2019 — на 29 %. Максимальні значення площі листкового апарату в дані роки досліджень формувалися у варіантах комплексного використання гербіциду Пріма Форте у нормах 0,5–0,7 л/га у суміші з РРР Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/т. Так, у 2018 році приріст площі

листоків у даних варіантах відносно контролю I в середньому складав 15 %, а у 2019 — 11 %.

У середньому за три роки досліджень, 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 I зростала на 5, 7 і 4 % відповідно (рис. 4.1). У фазі колосіння вона зростала на 3, 3 і 2 %. За використання Вуксалу БІО Vita площа листків зростала у фазу виходу в трубку на 3 %, у фазу колосіння – на 1 %. За застосування композиції Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita показники площі листків зростали порівняно із контролем I у фазу виходу в трубку на 10, 11 і 9 %; у фазу колосіння — на 9, 9 і 8 % відповідно. У варіанті з передпосівною обробкою насіння Вуксалом БІО Vita показник площі листків зростав у фазу виходу рослин у трубку на 2 %, у фазу колосіння — на 1 %. Обприскування гербіцидом Пріма Форте у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т забезпечило зростання площі листків у фазу виходу в трубку на 10, 11 і 8 %; у фазу колосіння — на 9, 8 і 7 % відповідно. За застосування Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння площа листків зростала у фазу виходу рослин у трубку на 7 %, у фазу колосіння — на 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 дослідження площа листків порівняно із контролем I у фазу виходу в трубку зростала на 20, 20 і 18 %, а у фазу колосіння — на 14, 14 і 12 відповідно.

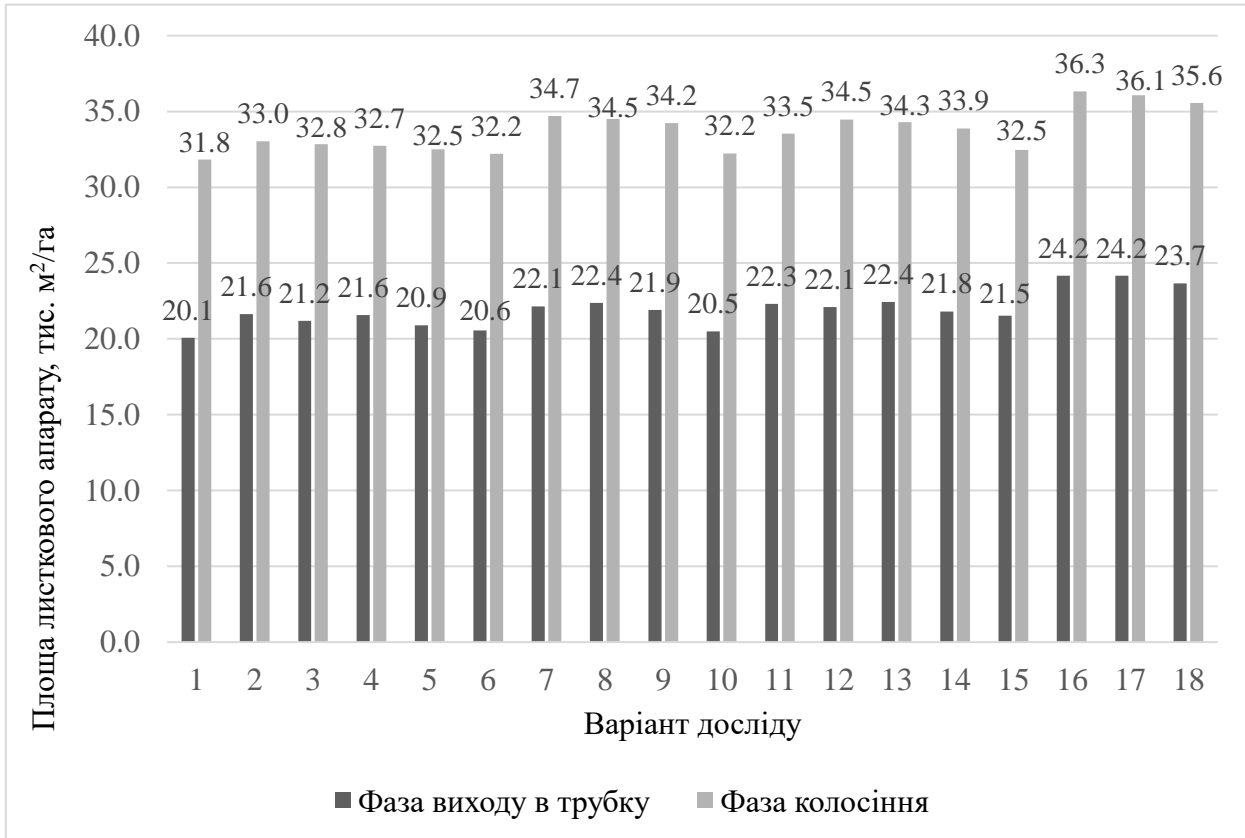


Рис. 4.1. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування РРР Вуксал БІО Vita на формування площі листкового апарату пшениці полби звичайної (тис. м²/га, середнє за 2017–2019 рр., НІР₀₅ 0,9–1,2 (фаза виходу в трубку); 1,5–1,9 (фаза колосіння)):

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

Встановлена залежність між показниками площі листкового апарату і площі клітин епідермісу в рослинах полби звичайної, показала тісну кореляційну залежність ($r = 0,72$), яка підтверджує вплив на формування площі листкового апарату пшениці полби звичайної його анатомічної структури.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що бакові суміші гербіциду Пріма Форте 195 з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у всіх досліджуваних нормах позитивно впливали на формування площі листової поверхні посівів пшениці полби звичайної, водночас найвищі показники відмічались за використання бакових сумішей Пріми Форте 195 у нормах 0,5 – 0,7 л/га із Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га, внесених на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т, що забезпечувало приріст відносно контролю І в середньому за фазами розвитку на 13–19 %.

4.3. Динаміка ростових процесів

У дослідженнях дії гербіцидів важливе значення має вивчення питання їх впливу на формування біометричних показників сільськогосподарських культур, серед яких ключовими є висота рослин та накопичення ними біомаси у різних фазах вегетації [277].

Висота рослин відіграє важливі господарсько-біологічні функції в онтогенезі і має зв'язок з іншими ознаками і властивостями, наприклад, зі стійкістю до вилягання, засвоюваністю основних елементів живлення, урожайністю і якістю продукції [278]. Спостереження за висотою рослин у різні фази фази розвитку дозволяє визначити вплив тих чи інших чинників на життєдіяльність культурної рослини [279].

Доведено, що в посівах озимої та ярої пшениці підвищені концентрації гербіцидів на основі 2,4-Д здатні викликати зниження висоти рослин, порівняно із нижчими концентраціями [280, 281]. Дослідженнями Р. М. Притуляка [282] встановлено, що застосування гербіциду Пріма в посівах тритикале озимого сприяло збільшенню висоти рослин на 4–7 %, проте підвищення норми гербіциду до 1,2 л/га викликало пригнічення росту рослин. У той же час, для

гербіцидів на основі синтетичних ауксинів (яким є 2,4-Д, складова гербіциду Пріма Форте 195), важливою є фаза застосування гербіциду. Повідомляється, що за внесення гербіцидів на основі 2,4-Д до початку кущіння пшениці озимої, у фазу 3 листків (раннє внесення) (ВВСН 13), висота рослин знижувалася на 28 % відносно контролю, а у фазі перед виходом прапорцевого листка (пізнє внесення) (ВВСН 44) — на 16 % [283, 284]. Так, М. І. Leaden et al. [285] довели, що застосування гербіциду на основі 2,4-Д у посівах пшениці ярої у фазу завершення кущіння (ВВСН 29) не викликало негативного впливу на формування висоти рослин, водночас пригнічення проявлялося за більш пізнього застосування — у фазу появи другого міжвузля культури (ВВСН 32).

Зважаючи на вищенаведені дані, одним із завдань наших досліджень було встановити динаміку змін висоти рослин пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 та РРР Вуксал БІО Vita. Варто зазначити, що на висоту рослин впливали погодні умови в роки проведення досліджень, що простежувалось на динаміці формування висоти у контрольному варіанті. Так, у 2017–2019 роках висота рослин полби становила у фазу виходу в трубку 32,1; 38,0 і 42,3 см; у фазу колосіння — 57,6; 63,6 і 69,2 см; у фазу молочної стиглості — 86,5; 92,7; 115,5 см (Додаток Д, табл. Д.1–Д3). Тобто, найменш сприятливі умови склалися для рослин у 2017 році, а найбільш сприятливі — у 2019 році.

У 2017 році за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,6 л/га висота рослин полби звичайної зростала відносно контролю I на 10 і 8 % відповідно у фазу виходу в трубку, на 4 % — у фазу колосіння та на 2 % — у фазу молочної стиглості. За підвищення норми Пріми Форте 195 до 0,7 л/га зростання відносно контролю I складало у фазу виходу в трубку — 6 %; у фази колосіння та молочної стиглості — 3 та 2 % відповідно. Сумісне застосування Пріми Форте 195 у вищевказаних нормах і Вуксалу БІО Vita викликало

зростання висоти в середньому на 24 % у фазу виходу в трубку; 10 та 6 % — у фази колосіння та молочної стиглості відповідно.

За використання Пріми Форте 0,5–0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita (1,0 л/т) приріст рослин у висоту становив у середньому у фази виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості 15; 7 та 4 % відповідно.

Найбільший приріст висоти рослин відносно контролю I простежувався у варіантах сумісного застосування Пріми Форте і Вуксалу БІО Vita на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita. Так, середнє зростання висоти становило у фазу виходу в трубку — 32 %; у фази колосіння та молочної стиглості — 13 і 8 % відповідно.

Подібні залежності в спрямованості дії препаратів на формування висоти рослин полби звичайної спостерігали і в 2018 та 2019 роках. Зокрема, найвищі прирости висоти рослин одержали у варіантах сумісного використання гербіциду і РРР на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР. Так, у 2018 році приріст у середньому становив у фазу виходу рослин у трубку, колосіння та молочної стиглості 25; 15 та 10 %, а у 2019 — 22; 9 та 4 % відповідно.

У середньому за роки досліджень у фазі виходу в трубку висота рослин полби у контрольному варіанті склала 37,5 см (табл. 4.2). Внесення гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га сприяло збільшенню висоти рослин на 9; 8 і 5% відносно контролю I.

За обприскування посівів полби тими ж нормами гербіциду у баковій суміші з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га висота рослин збільшувалася на 19; 18 і 16 % відповідно. Очевидно, що внесення гербіциду усувало конкуренцію культури із сегетальною рослинністю, а РРР виявляв свій рістстимулювальний вплив.

Висота рослин пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 та РРР Вуксал БІО Vita (середнє за 2017–2019 рр.), см

Варіант досліджу	Фаза виходу в трубку		Фаза колосіння		Фаза молочної стиглості	
	см	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
Без застосування препаратів і передпосівної обробки насіння (контроль I)	37,5	100,0	63,5	100,0	98,2	100,0
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	41,6	111,0	66,9	105,5	100,9	102,7
Пріма Форте 195 0,5 л/га	40,6	108,5	65,8	103,7	99,8	101,6
Пріма Форте 195 0,6 л/га	40,4	107,9	66,0	104,0	99,8	101,6
Пріма Форте 195 0,7 л/га	39,4	105,2	65,3	102,9	99,4	101,2
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	38,6	103,1	64,2	101,2	99,0	100,7
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	44,6	119,1	68,5	108,0	103,8	105,6
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	44,2	118,1	68,2	107,5	103,7	105,6
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	43,3	115,7	67,6	106,5	103,3	105,2
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	38,3	102,3	64,0	100,8	98,6	100,4
Фон + ручні прополювання	44,2	118,1	68,8	108,5	102,1	103,9
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	43,4	115,8	68,7	108,2	101,7	103,5
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	43,4	115,8	68,7	108,2	101,5	103,3
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	42,1	112,5	68,3	107,6	100,8	102,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	39,6	105,8	64,9	102,3	99,4	101,2
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	47,7	127,3	71,3	112,4	105,3	107,2
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	47,5	126,7	71,3	112,4	105,0	106,9
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	46,7	124,7	70,4	111,0	104,4	106,3
<i>НІР₀₅*</i>	<i>1,9–2,4</i>	–	<i>3,1–3,6</i>	–	<i>4,5–5,7</i>	–

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

У варіантах з передпосівною обробкою насіння Вуксалом БІО Vita висота рослин збільшувалась у всіх варіантах дослідження порівняно з контролем І. Так, за використання РРР у нормі 1,0 л/т висота рослин полби зростала на 2 % відносно контролю І.

У варіантах застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га показники висоти рослин перевищували контроль І на 16; 16 і 13 %. Найістотніше зростання показників приросту висоти рослин простежували у варіантах сумісного застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га з РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га, де перевищення відносно контролю І складало 27; 27 і 25 % відповідно.

У фази колосіння та молочної стиглості зерна спостерігалась аналогічна залежність щодо динаміки росту рослин у висоту. Проте, показники приросту висоти були менш значними, ніж у фазу виходу в трубку. Так, найбільша висота простежувалась у варіантах сумісного застосування гербіциду і РРР на фоні передпосівної обробки насіння РРР, що складало 12; 12 і 11 % відповідно за висоти у контролі І 63,5 см — у фазі колосіння та 7;7 і 6 % – у фазі молочної стиглості зерна за висоти у контролі І – 98,2 см.

Абсолютні величини приросту надземної маси є зовнішніми показниками продукційних процесів, які відбуваються в організмі рослин [286]. Тому за темпами приросту надземної маси можливо давати оцінку впливу того чи іншого чинника на рослину [287]. Нагромадження вегетативної маси рослин є важливою умовою формування високого врожаю. Культурні рослини з добре сформованою біомасою краще конкурують із сеgetальними, окрім того, відбувається активніша мобілізація вуглеводів, азотистих та інших речовин для утворення репродуктивних органів [288]. Гербіциди здатні впливати на формування біомаси рослин, що доведено на прикладі пшениці озимої [289].

Нашими дослідженнями встановлено, що формування вегетативної маси рослин полби залежало від впливу різних норм гербіциду, його комбінацій із

PPP і передпосівної обробки PPP насіння. Впливали також на формування вегетативної маси рослин полби і погодні умови в роки проведення досліджень, що простежувалося у варіанті без застосування препаратів (контроль I). Так, у 2017, 2018, 2019 рр. маса однієї рослини у фазу виходу в трубку становила 2,11; 4,29 і 5,12 г; у фазу колосіння — 6,03; 9,07 і 10,36 г; у фазу молочної стиглості — 8,09; 12,02; 13,04 г відповідно (Додаток Д, табл. Д.4–Д.6). У 2017 році за самостійної дії гербіциду Пріма Форте у нормах 0,5–0,7 л/га вегетативна маса рослин полби звичайної зростала відносно контролю I у фази виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості зерна в середньому на 68; 12 і 6 % відповідно. За внесення гербіциду в тих же нормах сумісно з PPP Вуксал БІО Vita (1,0 л/га) маса рослин полби зростала відносно контролю I у фази виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості в середньому на 88; 32; 9 і 20 %, а за використання цих же норм гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т — на 76; 23 і 10 % відповідно.

Найбільший вплив щодо формування вегетативної маси рослин полби звичайної простежували у варіантах комплексного застосування гербіциду Пріма Форте 195 0,5–0,7 л/га і PPP Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же PPP (1,0 л/т). У даних варіантах спостерігали збільшення вегетативної маси рослин до контролю I у середньому у фази виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості на 109; 37 і 26 % відповідно.

Подібну залежність у формуванні вегетативної маси рослин полби звичайної простежували і в 2018 та 2019 роках. Так, у 2018 році найбільша вегетативна маса була сформована рослинами полби у варіантах застосування гербіциду Пріма Форте 195 0,5–0,7 л/га у бакових сумішах з PPP Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же PPP (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю I складало в середньому у фазах виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості зерна 56; 25 і 9 % відповідно

до контролю I. У 2019 році у цих же варіантах відмічали таку ж залежність формування вегетативної маси рослин полби звичайної: приріст відносно контролю I становив у середньому у фазах виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості 50; 16 і 8 % відповідно.

У середньому за три роки, самостійне внесення гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га (табл. 4.3) сприяло збільшенню вегетативної маси рослин полби у фазу виходу в трубку порівняно з контролем I на 26; 29 і 22 % відповідно.

Застосування цих же норм гербіциду у баковій суміші з PPP Вуксал БІО Vita зумовило зростання вегетативної маси рослин полби відносно контролю I на 46; 53 і 42 % відповідно.

Передпосівна обробка насіння Вуксалом БІО Vita сприяла зростанню вегетативної маси рослин полби на 7 % відносно контролю I. За внесення гербіциду на фоні обробки насіння біомаса рослин зростала на 34; 37 і 29 %.

Найбільшу вегетативну масу рослини полби звичайної формували 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 показники перевищували контроль I на 64; 67 і 59 % відповідно.

У більш пізні фази досліджень спостерігалася подібна тенденція, проте прирости вегетативної маси відносно контролю I були нижчими. Так, максимальні значення вегетативної маси було відмічено у варіантах сумісного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га і Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т: у фазу колосіння приріст становив 25; 24 і 23 %; у фазу молочної стиглості — 13; 13 і 11 % відповідно.

Таблиця 4.3

Формування вегетативної маси рослинами пшениці полби звичайної залежно від дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 і різних способів застосування РРР Вуксал БІО Vita (середнє за 2017–2019 рр.), г/рослину

Варіант досліджу	Фаза виходу в трубку	Фаза колосіння	Фаза молочної стиглості зерна
Без застосування препаратів (контроль I)	3,84	8,49	11,05
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	5,21	9,54	11,57
Пріма Форте 195 0,5 л/га	4,82	9,12	11,36
Пріма Форте 195 0,6 л/га	4,94	9,16	11,31
Пріма Форте 195 0,7 л/га	4,69	8,88	11,23
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,51	8,70	11,15
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,62	10,09	12,12
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,86	10,03	12,06
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	5,47	9,90	11,92
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	4,13	8,80	11,13
Фон + ручні прополювання	5,52	9,73	11,66
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	5,14	9,71	11,58
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	5,28	9,64	11,55
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	4,96	9,46	11,45
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,66	9,00	11,25
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,28	10,60	12,50
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,43	10,56	12,48
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,10	10,40	12,31
<i>НІР₀₅*</i>	<i>0,19–0,31</i>	<i>0,37–0,55</i>	<i>0,45–0,67</i>

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

Таким чином, вищенаведений експериментальний матеріал дає підстави зробити наступні висновки:

– на ростові процеси полби звичайної значний вплив мають погодні умови, сортові особливості культури, норми і способи використання досліджуваних препаратів;

– сумісна дія в посівах гербіциду Пріма Форте 195 із PPP Вуксал БІО Vita на фоні обробки насіння полби звичайної PPP Вуксал БІО Vita проявляє найвагоміший вплив стосовно активізації ростових процесів культури, що проявляється у формуванні найбільших приростів висоти та вегетативної маси рослин;

– найбільшу висоту і надземну вегетативну масу рослини полби звичайної формували за використання у посівах Пріми Форте 195 у нормах 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 розвитку складало 7–37 % — для висоти, та 12–63 % — для вегетативної маси рослин.

РОЗДІЛ 5

МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VITA

Хімічні засоби захисту рослин відіграють важливе значення в отриманні високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур, проте нагромадження шкідливих залишків у харчових ланцюгах екосистем та сільськогосподарській продукції загрожує як навколишньому середовищу, так і здоров'ю людини. Пестициди в ґрунті впливають на життєдіяльність нецільових та корисних мікроорганізмів, які є важливими для підтримки родючості ґрунтів. Тому, постає необхідність раціонального використання хімічних речовин, щоб зберегти екосистеми ґрунту і здоров'я людини. Перспективним у даному напрямку є використання препаратів біологічного походження [290]. Дослідженнями доведено, що за присутності РРР, у тому числі у бакових сумішах з гербіцидами, підвищується стійкість мікробних асоціацій до пестицидів та пришвидшуються темпи їх розкладання [291–293].

Зважаючи на щорічне збільшення обсягів використання пестицидів, актуальним постає питання вивчення їх впливу на мікробіоту ґрунту. Ґрунт є не лише середовищем для росту й розвитку сільськогосподарських культур, але й слугує центральною ланкою і фільтром для ксенобіотиків [294]. За систематичного використання пестицидів в екосистемі ґрунту можуть накопичуватися значні кількості пестицидів та продуктів їх розпаду [295]. Рівень токсичності пестициду залежить від хімічної речовини, дози, періоду і способів розкладання, шляхів поглинання цільовим об'єктом [296]. Розпад пестицидів у ґрунті призводить до зниження токсичності, однак деякі продукти розпаду (метаболіти) є більш токсичними, ніж вихідна сполука. Пестициди, які порушують життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів здатні впливати на

поживний режим і якість ґрунтів, що призводить до серйозних екологічних наслідків [297].

Проведення досліджень щодо активності ґрунтової мікробіоти є надзвичайно важливим критерієм оцінки токсичності пестицидів [298, 299]. Мікробна біомаса є частиною органічної речовини ґрунту, яка містить живі мікроорганізми, розміром менші ніж 5-10 кубічних мікрометрів і є найбільш чутливою до ксенобіотиків [300].

Проведені нами дослідження у 2017–2019 рр. показали, що розвиток загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері полби звичайної залежав від норми внесення гербіциду, способів застосування РРР та погодних умов, що склались у роки досліджень (Додаток Е, табл. Е.1–Е.2). Зокрема, найбільшу чисельність мікроорганізмів у ризосфері полби спостерігали у 2019 р., найменшу — у 2017 р., що узгоджується з показниками вологозабезпеченості посівів. Застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га зумовлювало підвищення загальної чисельності мікроорганізмів ризосфери полби звичайної відносно контролю І в середньому на 22 % у 2017 р.; 3 % — 2018 р. і 4 % — 2019 р. Вищий приріст загальної чисельності мікроорганізмів у 2017 році на нашу думку пов'язаний зі швидшим наростанням позитивних температур на початкових етапах вегетації культури, що сприяло прискоренню розвитку рослин, інтенсивнішому наростанню кореневої системи, проте міжфазні періоди культури були значно коротшими, що відповідним чином відобразилося на формуванні продуктивності посівів.

Внесення Пріми Форте 195 0,5–0,7 л/га у бакових сумішах з РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га викликало зростання загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері полби у 2017–2019 роках в середньому в межах 33–11 %.

Кращий розвиток загальної мікробіоти внаслідок меншого її пригнічення (порівняно з варіантами самостійного внесення гербіциду) спостерігали за внесення Пріми Форте 195 0,5–0,7 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою

PPP Вуксал БЮ Vita (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю I складало в середньому у 2017 році — 32 %; у 2018 і 2019 роках — 13 і 8 % відповідно. Проте, варто зазначити, що за підвищеної норми внесення гербіциду (0,7 л/га), їх чисельність дещо зменшувалась.

Найбільш позитивний вплив на розвиток загальної чисельності мікроорганізмів ризосфери полби було відмічено за використання композиції Пріми Форте 195 і PPP на фоні обробки насіння PPP, де перевищення відносно контролю I в середньому становило у 2017 році — 48 %; у 2018 — 20 %; у 2019 — 18 %.

У середньому за роки досліджень у варіантах із використанням Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га перевищення показників загальної чисельності мікроорганізмів відносно контролю I складало 9; 9 і 6 % — на 10 добу та 7; 9 і 5 % — на 25 добу (рис. 5.1). Очевидно, помірне зростання чисельності мікробіоти пов'язане із здатністю мікроорганізмів залучати компоненти формуляції гербіциду в свої метаболічні процеси, про що повідомляється в інших дослідженнях [301]. За використання PPP Вуксал БЮ Vita перевищення загального числа мікроорганізмів складало 3 % — на 10 добу і 2 % — на 25 добу. За сумісного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БЮ Vita 1,0 л/га показники чисельності мікроорганізмів перевищували контрольні (I) на 10 добу — 16; 18 і 14 %, на 25 добу — на 17, 21 і 17 %. Очевидно, більш відчутне зростання загальної чисельності мікроорганізмів за дії Пріми Форте 195 у сумішах із PPP пов'язано зі стимуляцією за дії PPP проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, наслідком яких є виділення в ґрунт більшої кількості ексудатів, що підтверджується даними інших досліджень [302]. За використання PPP Вуксал БЮ Vita у нормі 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння) зростання загальної чисельності мікроорганізмів до контролю I складало у межах 5 % як на 10 добу, так і на 25 добу. Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га на

фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita забезпечило зростання загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері полби звичайної на 20; 22 і 17 % (10 доба) та на 10, 12 і 19 % (25 доба). Застосування Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР призвело до зростання чисельності мікроорганізмів на 6 % на 10 добу та на 5 % — на 25 добу.

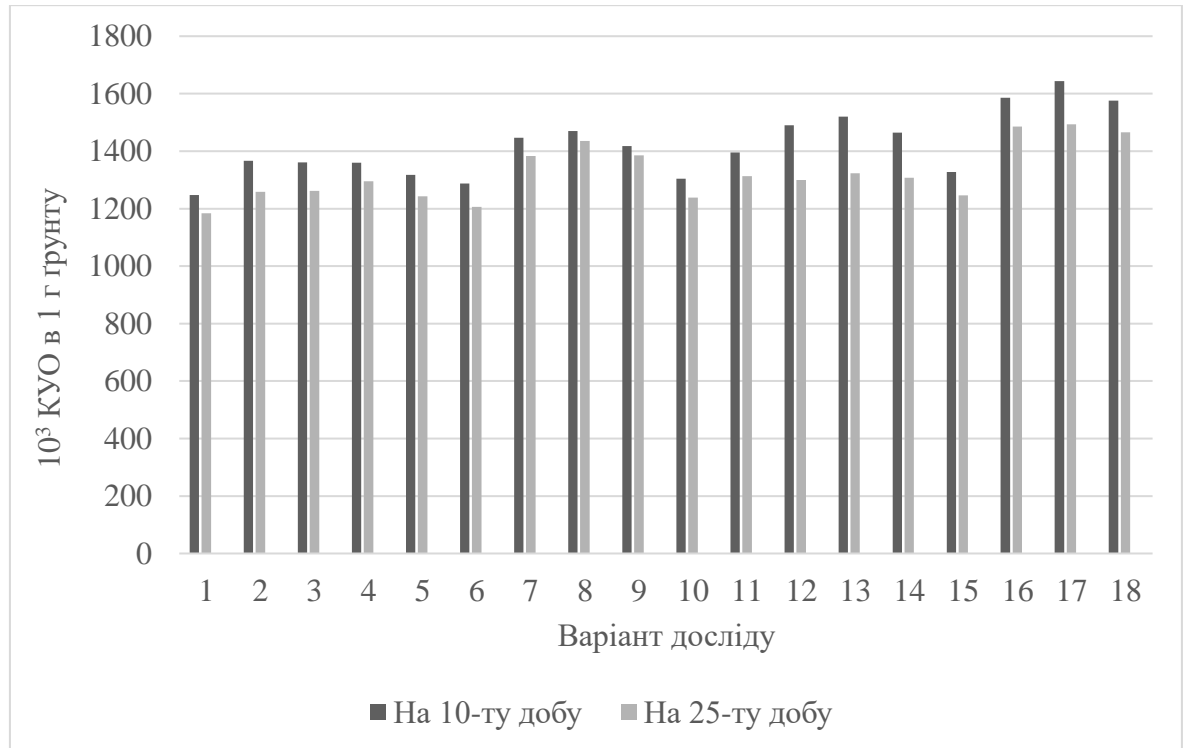


Рис. 5.1. Загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері пшениці полби звичайної на 10-ту і 25-ту добу дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО Vita, середнє за 2017–2019 рр.; НІР₀₅ 55–95 (10-та доба); 52–86 (25-та доба):

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

Застосування Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР призвело до зростання чисельності мікроорганізмів на 6 % на 10 добу та на 5 % — на 25 добу.

Найактивніше зростання загальної чисельності мікроорганізмів простежувалося за використання бакової суміші Пріма 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 мікроорганізмів у ризосфері полби зростала на 27; 32 і 26 % — на 10 добу та на 26; 26 і 24 % — на 25 добу.

Отже, найактивніший розвиток ризосферної мікробіоти пшениці полби звичайної простежувався за сумісного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5 і 0,6 л/га із Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т), що може свідчити про найбільш оптимальний вплив даної композиції препаратів на культуру: формування нею більш потужної кореневої системи та біомаси, що досягається стимулювальним впливом на рослини РРР, завдяки якому зростає корисна площа для розвитку мікроорганізмів, а, отже, й кількість виділених нею ексудатів.

Ґрунтові мікроскопічні гриби відіграють важливу роль у трансформації органічних сполук (розклад целюлози, лігніну і пектинових речовин), колообігу азоту, зокрема у процесах амоніфікації, створюючи сприятливі умови для розвитку інших груп мікроорганізмів. Крім того, ґрунтові гриби здатні продукувати різноманітні БАР, які тим чи іншим чином впливають на культурні рослини. Серед БАР, що продукують ґрунтові гриби — амінокислоти, ферменти, ліпіди, полісахариди, антибіотики, стимулятори росту рослин, вітаміни [303].

Щодо розвитку мікроміцетів у ризосфері полби, то за роки досліджень спостерігали їх збільшення (Додаток Е, табл. Е.3–Е.4). Так, у варіантах із використанням Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га перевищення числа

мікроміцетів відносно контролю I складало в середньому на 14–19 % (2017 р.); 14–20 % (2018 р.); 5–11 % (2019 р.). За комплексного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га із Вуксалом БЮ Vita 1,0 л/га показники чисельності мікроміцетів перевищували контроль I на 17–26 % (2017 р.); 28–38 % (2018 р.); 32–37 % (2019 р.).

Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БЮ Vita (1,0 л/т) викликало зростання чисельності мікроміцетів відносно контролю I на 15–22 % (2017 р.); 18–22 % (2018 р.); 15–22 % (2019 р.).

За використання композиції Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га з Вуксалом БЮ Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БЮ Vita нормі 1,0 л/т чисельність мікроміцетів зростала відносно контролю I на 30–36 % (2017 р.); 34–43 % (2018 р.); 39–47 % (2019 р.).

У середньому за роки досліджень розвиток мікроміцетів у ризосфері полби (рис. 5.2), як і у випадку із загальною чисельністю мікроорганізмів, залежав від норм використання гербіциду і способів внесення РРР. Так, у варіантах із використанням Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га перевищення чисельності мікроміцетів відносно контролю I в середньому за три роки складало 15; 17 і 8 % — на 10 добу та 12; 13 і 11 % — на 25 добу. Внесення Вуксалу БЮ Vita викликало зростання чисельності мікроміцетів відносно контролю I на 6 % на 10 добу та на 5 % — на 25 добу.

За внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га із Вуксалом БЮ Vita 1,0 л/га показники чисельності мікроміцетів перевищували контроль I на 10 добу — на 30; 34 і 31 %, на 25 добу — 31; 31 і 27 %.

За передпосівної обробки насіння Вуксалом БЮ Vita 1,0 л/т чисельність мікроміцетів зростала на 9 % — на 10 добу та на 3 % — на 25 добу. Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БЮ Vita викликало зростання

чисельності мікроміцетів на 18; 18 і 16 % (10 доба) та на 22; 20 і 16 % (25 доба). Використання Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР викликало зростання чисельності мікроміцетів на 9 % на 10 добу та на 13 % на 25 добу. Використання композиції 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 зумовлювало найбільше зростання чисельності мікроміцетів на 40; 41 і 38 % — на 10 добу та на 39; 39 і 35 % — на 25 добу.

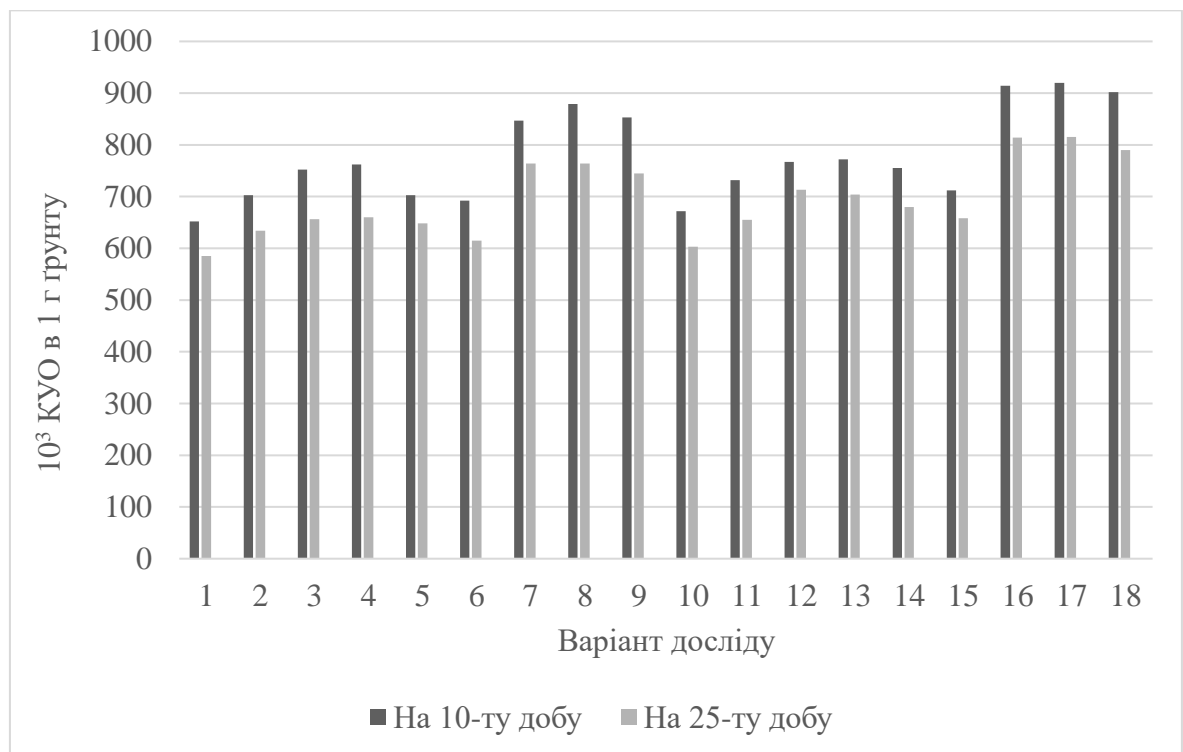


Рис. 5.2. Загальна чисельність мікроміцетів у ризосфері пшениці полби звичайної на 10-ту і 25-ту добу дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО Vita, середнє за 2017–2019 рр.; НІР₀₅ 25–68 (10-та доба); 24–52 (25-та доба):

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

Отже, найінтенсивніший розвиток мікроміцетів у ризосфері пшениці полби звичайної, як і у випадку із загальною чисельністю мікроорганізмів, спостерігався за комплексного застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5 і 0,6 л/га із Вуксалом БЮ Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т). Ці показники також демонструють залежність розвитку даної групи мікроорганізмів від проходження ростових і фізіолого-біохімічних процесів у рослинах полби.

Бактерії роду *Azotobacter* належать до мікроорганізмів, що пристосовані до вільного існування. Більшість їх представників є високопродуктивними азотфіксаторами, метаболіти яких містять БАР [304, 305].

Функціонування бактерій роду *Azotobacter* у ґрунті залежить від низки чинників, у тому числі й від використання хімічних сполук [306]. Дослідженнями З. М. Грицаєнко та В. П. Карпенка [307] встановлено, що більшість гербіцидів пригнічують розвиток азотобактера в початковий період після внесення препаратів. Водночас, в інших дослідженнях повідомляється про позитивний вплив передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин РРР, що знижувало негативний вплив гербіцидної обробки на розвиток азотобактера [306].

Як показали наші дослідження за дії Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га в середньому за три роки на десяту добу після застосування спостерігалось зменшення числа оброслих азотобактером грудочок ґрунту відносно контролю I на 11, 15 і 23 % відповідно (табл. 5.1). Обприскування посівів полби лише РРР викликало зростання кількості оброслих грудочок ґрунту на 2 %. За обприскування посівів композицією Пріми Форте 195 0,5; 0,6 і 0,7 л/га і РРР Вуксал БЮ Vita 1,0 л/га кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту відносно варіантів із самостійним внесенням Пріми Форте 195 зростала, однак при цьому була нижчою за показник у контролі I на 4; 6 і 17 %.

Застосування PPP Вуксал БІО Vita для передпосівної обробки насіння у нормі 1,0 л/т стимулювало ріст асоціативних азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері полби, що супроводжувалось зростанням їх чисельності відносно контролю I на 4 %. За використання Пріми Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita кількість оброслих грудочок ґрунту бактеріями роду *Azotobacter* відносно контролю I за норми гербіциду 0,5 л/га не змінювалася, а за норм 0,6 і 0,7 л/га знижувалася на 4 і 6 %; за використання лише PPP по вегетації на фоні передпосівної обробки насіння зростала на 2 %.

Таблиця 5.1

Життєздатність бактерій роду *Azotobacter* на 10 добу після застосування гербіциду Пріма Форте 195 й PPP Вуксал БІО Vita (обросло грудочок ґрунту, шт.)

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів і передпосівної обробки насіння (контроль I)	45	47	48	47
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	48	48	49	48
Пріма Форте 195 0,5 л/га	40	44	43	42
Пріма Форте 195 0,6 л/га	38	42	41	40
Пріма Форте 195 0,7 л/га	33	37	39	36
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	48	48	49	48
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	44	46	45	45
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	40	46	45	44
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	35	43	40	39
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	49	49	48	49
Фон + ручні прополювання	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	50	50	41	47
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	43	47	44	45
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	41	47	43	44
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	46	48	49	48
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	45	49	50	48
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	42	48	48	46
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	37	43	45	42
<i>HIP</i> ₀₅	2	2	2	—

Аналогічне зростання було відмічене в разі використання композиції Пріми Форте 195 у нормі 0,5 л/га з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita в нормі 1,0 л/т, а при нормах 0,6 і 0,7 л/га — простежувалось зниження на 2 і 11 %.

На 25 добу спостережень (табл. 5.2) в середньому за три роки досліджень відмічено практично повне відновлення росту асоціативних азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter*. Лише варіанти із нормою Пріми Форте 0,7 л/га дещо стримували розвиток азотобактера.

Таблиця 5.2

Життєздатність бактерій роду *Azotobacter* на 25 добу після застосування гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО Vita (обросло грудочок ґрунту, шт.)

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів і передпосівної обробки насіння (контроль I)	49	49	50	49
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	50	50	50	50
Пріма Форте 195 0,5 л/га	50	50	49	50
Пріма Форте 195 0,6 л/га	50	50	49	50
Пріма Форте 195 0,7 л/га	47	49	46	47
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	49	49	47	48
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	50	50	50	50
Фон + ручні прополювання	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	49	49	47	48
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	50	50	50	50
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	49	49	48	49
<i>HIP</i> ₀₅	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	—

Отже, чутливість азотобактера до гербіцидної обробки максимально проявлялася в початковий період після внесення. У той же час, на 25 добу після внесення препаратів, особливо за сумісних композицій гербіциду і РРР, ріст азотобактера в ризосфері пшениці полби звичайної пригнічення не зазнавав.

Таким чином, активність мікробіоти в прикореневій зоні полби значно залежить від норм внесення гербіциду Пріма Форте 195 та способів застосування регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. Найкращі умови для розвитку ґрунтової мікробіоти в посівах полби формуються за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5 – 0,6 л/га сумісно з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту в нормі 1,0 л/т, де загальна чисельність мікроорганізмів зростає в середньому 27–29 %, мікроміцетів — 40 %. За внесення гербіциду Пріма Форте 195 у нормі 0,7 л/га розвиток загальної чисельності мікроорганізмів, мікроміцетів і азотобактера, у порівнянні з нижчими нормами, дещо (на 2–3 %) зменшується, особливо на початкових етапах дії гербіциду.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях [308–310].

1. 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>

2. 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 агроєкосистем: матеріали III Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.

3. 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.

РОЗДІЛ 6

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО VІТА В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ

6.1. Ефективність контролювання бур'янів

Бур'яни залишаються одним із головних обмежувальних чинників виробництва зерна пшениці, незважаючи на досить широке використання гербіцидів [311]. Вони знижують продуктивність культури через конкуренцію [312–315], алелопатію [316–320], слугують осередком для розвитку шкідливих комах, збудників хвороб та інших патогенів [321].

Шкідливість бур'янів не є постійною величиною в агроценозах. Значною мірою вона залежить від метеорологічних умов вегетаційного періоду, біологічних особливостей конкуруючих рослин, інтенсивності наростання біомаси бур'янів і культури, технології обробітку ґрунту, видів добрив, гербіцидів, норм висіву насіння та ін. Для оцінки шкідливості бур'янів та успішного їх контролювання в посівах, необхідно знати видовий склад і біологію сегетальної рослинності, особливості розвитку залежно від природних і агротехнічних факторів [322].

Вчасне й повне звільнення посівів від конкуренції з бур'янами за життєвий простір, світло, вологу, елементи живлення є основною складовою одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі й зерна пшениці. Система захисту від шкідливих організмів, у тому числі і бур'янів, спрямована на їх пригнічення чи знищення у найбільш уразливий період їх розвитку, поки вони ще не завдали відчутної господарської шкоди, унеможливаючи при цьому забруднення навколишнього природного середовища [323, 324]. Гербокритичний період у посівах пшениці, у який важливим є контроль сегетальної рослинності, становить 30–60 діб з моменту

сівби [325]. На думку ряду вчених [326–331], найбільш доцільним способом контролю бур'янів у посівах пшениці є використання гербіцидів, до того ж товаровиробникам доступний широкий асортимент гербіцидів з різними механізмами дії. Але в останні роки у технологіях вирощування пшениці значно збільшено обсяги використання хімічних засобів захисту рослин, у тому числі й гербіцидів, що загостило проблему накопичення токсинів у харчових ланцюгах [332]. У зв'язку з цим, актуальними є розробки технологій переходу від хімічно залежного до біологічно орієнтованого землеробства. Проте різкий перехід до біологічного землеробства призводить до зростання забур'яненості посівів та зниження врожайності пшениці на 54 % [333]. Все це спонукає до пошуку шляхів мінімалізації негативної дії даних хімічних сполук на рослини і навколишнє природне середовище без зниження їх захисного ефекту. Одним із таких шляхів може бути розробка елементів технології інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин природного походження. Саме останні, як біологічно активні речовини, дозволяють реалізувати сортовий потенціал культури, створюючи передумови для зниження норм використання хімічних препаратів та зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище.

У результаті проведених обліків забур'яненості посівів пшениці полби звичайної до використання препаратів було встановлено 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.).

Як і в попередніх дослідженнях, спостерігалася закономірність рівня забур'яненості посівів полби від погодних умов, про що свідчить динаміка забур'яненості у контрольних варіантах (Додаток Ж, табл. Ж.1–Ж.3). Так, найбільш сприятливі умови для росту і розвитку бур'янового компоненту склалися у 2019 році, де їх кількість у контролі I становила 173 шт./м², а маса — 295 г/м², що пов'язано, на нашу думку, із оптимальною тепло- та вологозабезпеченістю. Найменша кількість і маса бур'янів спостерігалися у 2017 році (118 шт./м² і 46 г/м² відповідно).

У 2017 році за внесення в посівах полби звичайної гербіциду Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га кількість бур'янів через 30 діб після внесення знижувалась до 25–21 шт./м² відповідно при 118 шт./м² у контролі I, що відповідало знищенню їх за кількістю на 79–82 %; за масою — 84–85 %.

Застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га в сумішах з РРР Вуксал БІО Vita знищувало сегетальну рослинність на 82–86 % за кількістю і 98–99 % — за масою. Використання тих же норм Пріми Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т забезпечило знищення бур'янів на рівні 86–92 % за кількістю та 99 % — за масою.

Найвищою технічною ефективністю за кількістю знищених бур'янів вирізнялися композиції гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га в баковій суміші з РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т. Дані варіанти досліду продемонстрували частку знищених бур'янів за кількістю на рівні 89–94 %, а за масою — 99 % відносно контролю I. У 2018 і 2019 роках у цих же варіантах простежувався найвищий рівень технічної ефективності: у 2018 він становив 90–94 % за

кількістю знищених бур'янів та 90–95 % — за масою, а у 2019 — 90–95 та 91–95 % відповідно.

У середньому за три 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./м² відповідно при 146 шт./м² у контролі I (без застосування препаратів і передпосівної обробки насіння), що відповідало знищенню їх за кількістю на 77; 81 і 85 %; за масою — 79; 81 і 87 % (табл. 6.1).

За використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га в бакових сумішах з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га частка знищеної сегетальної рослинності складала 79; 84 і 86 % за кількістю і 82; 85 і 88 % — за масою. Використання тих же норм Пріми Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/т забезпечило знищення бур'янів на рівні 84–91 % за кількістю та 87–93 % — за масою.

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 РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки перед сівбою насіння цим же РРР 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, що підтверджується іншими подібними дослідженнями в посівах зернових культур [334, 335]. У даних варіантах дослідження частка знищених бур'янів за кількістю зростала до 90; 92 і 94 %, а за масою — до 92; 94 і 96 %.

Таблиця 6.1
Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita (середнє за 2017–2019 рр.)

Варіант досліджу	Через 30 днів після внесення препаратів				Перед збиранням врожаю			
	Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %		Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %	
			за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без застосування препаратів (контроль I)	146	188	–	–	189	215	–	–
Пріма Форте 0,5 л/га	35	43	77	79	33	47	82	78
Пріма Форте 0,6 л/га	28	37	81	81	28	40	85	82
Пріма Форте 0,7 л/га	22	27	85	87	23	30	87	86
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	139	174	4	12	158	171	14	15
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31	38	79	82	29	37	84	81
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	24	31	84	85	23	35	88	83
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	20	25	86	88	19	25	90	88
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	138	173	5	7	143	175	20	13
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	25	27	84	87	30	42	83	80
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	18	21	88	90	22	31	88	85
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	13	16	91	93	19	20	89	90
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	119	145	17	19	93	131	43	26
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15	17	90	92	17	22	91	89
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	11	13	92	94	13	23	93	89
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8	9	94	96	10	16	95	92
<i>НІР₀₅*</i>	2–3	0,7–5	–	–	2–3	1–5	–	–

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

Фітосанітарний 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 I становила 82; 85 і 87 % — за кількістю знищених бур'янів та 78, 82 і 86 % — за масою. У варіантах із застосуванням Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га сумісно із РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га ефективність знищення бур'янів відносно контролю I складала 84–90 % — за кількістю та 81–88 % — за масою. За використання гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння РРР ефективність була дещо вищою, ніж за самостійного застосування гербіциду, і становила 83–89 % — за кількістю знищених бур'янів та 80–90 % — 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 дослідів зменшувалась на 91–95 % за кількістю та на 89–92 % — за масою. На нашу думку, підвищення ефективності контролювання бур'янів до збирання врожаю забезпечувала наявність у складі гербіциду Пріма Форте 195 діючої речовини амінопіралід, яка має ґрунтову активність і здатна контролювати подальші хвилі наростання дводольних бур'янів.

У той же час, відмічали високу ефективність максимальної норми гербіциду 0,7 л/га за високої забур'яненості окремих ділянок видами осотів, що проявлялося у системності дії гербіциду на кореневу систему даних видів бур'янів і швидшу їх загибель, порівняно із нормами 0,5 і 0,6 л/га.

Між рівнем забур'яненості посівів і урожайністю полби нами встановлено тісний кореляційний зв'язок ($r = -0,70$).

Таким чином, наведені експериментальні дані дають підставу стверджувати, що гербіцид Пріма Форте 195 (0,5–0,6 л/га) є ефективним у знищенні переважної більшості дводольних видів бур'янів у посівах пшениці полби звичайної. Разом з тим, найвищу технічну ефективність гербіцид виявляє за умови його використання у баковій суміші із регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що відбувається у результаті підвищення конкурентної спроможності культури у відношенні бур'янів (наростання біомаси, збільшення площі листкового апарату). Водночас, за високого рівня забур'яненості посівів полби багаторічними бур'янами, що перебувають у більш пізніх фазах росту й розвитку (наприклад, для осотів — стеблуння) доцільним є застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормі 0,7 л/га, але при цьому можливе незначне зниження рівня врожайності.

6.2. Урожайність і якість зерна

Урожай є сумарним показником всіх метаболічних і ростових процесів, що проходять упродовж вегетаційного періоду культури [217]. В умовах стрімкого зростання населення планети гостро постає питання модернізації технології вирощування пшениці [336], в тому числі у напрямку контролю сегетальної рослинності, яка є обмежуючим чинником максимальних показників врожайності, високої якості врожаю та вищої рентабельності виробництва [337]. Існує пряма залежність між урожайністю та рівнем забур'яненості посівів [338]. Величина втрат урожаю пшениці у відношенні бур'янів залежить від строків їх появи, видів і рівня забур'яненості посівів [339]. За даними науковців [340–343], бур'яни щорічно завдають втрат зерна пшениці на рівні 17–30 %, в окремі роки — до 30–50 %. За необґрунтованої системи захисту, тобто невдалого вибору гербіциду або строків і норм застосування, бур'яни можуть спричинити суттєві втрати врожайності зерна, які

за наявності 1 шт./м² бур'яну становлять: гірчак шорсткий — 17 кг/га; гірчиця польова — 14 кг/га; кучерявець Софії — 23 кг/га; лобода біла — 27 кг/га; осот рожевий — 68 кг/га; жабрій звичайний — 17 кг/га; підмаренник чіпкий — 24 кг/га; ромашка непахуча — 17 кг/га; фіалка польова — 17 кг/га; щиріця звичайна — 34 кг/га. [344] Дослідженнями підтверджено, що за наявності 10 шт./м² підмаренника чіпкого в екстенсивному посіві пшениці урожайність зерна зменшується на 200 кг/га, а в інтенсивному втрати врожаю набагато більші. За наявності вже 3 шт./м² лише однорічних бур'янів, втрати становлять 50–80 кг/га зерна [345].

У роки досліджень на формування зернової продуктивності значною мірою впливали погодні умови. Найбільш оптимальними щодо забезпечення ресурсами вологи і тепла вони склалися у вегетаційному сезоні 2019 року, де урожайність у контрольному варіанті становила 3,01 т/га. Менш сприятливими вони були у 2017 році, коли спостерігалось значне прискорення вегетації і скорочення міжфазних періодів у полби. Урожайність у контролі І в 2017 році становила 2,44 т/га.

Нашими дослідженнями доведено позитивний вплив застосування гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita на формування урожайності пшениці полби звичайної (табл. 6.2). Так, за використання гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га прибавка врожаю зерна до контролю І складала у 2017 році в середньому 5 %, у 2018 — 4 % та у 2019 — 5 %. Сумісне застосування Пріми Форте 195 з Вуксалом БІО Vita у вищевказаних нормах забезпечило підвищення урожайності культури на 8 % (2017 р.); 8 % (2018 р.); 10 % (2019 р.). Підвищення норми гербіциду до 0,7 л/га викликало зниження урожайності, порівняно з нормами 0,5 і 0,6 л/га в середньому на 1–2 %.

За внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР (1,0 л/т) урожайність зростала в середньому на 12 % (2017 р.); 8 % (2018 р.) і 14 % (2019 р.). Разом з тим, найбільш зростання урожайності

зерна полби було одержано у варіантах внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фоні обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, де врожайність відносно контролю I зростала в середньому на 19 % (2017 р.); 15 % (2018 р.) і 23 % (2019 р.).

У середньому за роки досліджень за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га прибавка врожаю зерна до контролю (без застосування гербіциду і РРР) складала в середньому за роки досліджень 4,2 ; 5,4 і 3,8 %. Ці дані співвідносяться з результатами досліджень А. Мajeed et al. [346] та R. Singh [347], які констатували, що середня рекомендована норма гербіцидів у посівах пшениці озимої викликала найвище зростання врожайності в порівнянні з контролем, вищою і нижчою нормами. Є також дані досліджень іноземних вчених, що застосування гербіцидів на основі 2,4-Д (яка є одним із компонентів гербіциду Пріма Форте 195) викликає стрес у культури і відповідно знижує врожайність пшениці озимої на 5–9 % [348]. У нашому дослідженні це зниження становило 1–2 % відносно вільних ділянок від бур'янів (ручні прополювання впродовж вегетації, контроль II) (табл. 6.2).

Дехто з вчених пояснює таке явище неоднаковою чутливістю різних видів і сортів пшениці до гербіциду через різні рівні метаболізму у рослин [349].

Застосування в посівах полби Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га забезпечило зростання врожайності в середньому на 3,0 %. Інтегроване застосування Пріми Форте 195 з Вуксалом БІО Vita у вищевказаних нормах забезпечило підвищення врожайності культури на 9,0; 10,1 і 7,7 %.

За використання Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння) урожайність полби зросла на 2,0 %. За внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР урожайність зросла на 11,1; 12,4 і 10,1 %; за внесення Вуксалу БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фоні — на 4,2 % відносно до контролю I. Разом з тим, 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 фоні обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що перевищувало контроль I на 19,2; 20,2 і 117,6 % відповідно.

Таблиця 6.2

Урожайність зерна пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita, т/га

Варіант досліджу	Роки досліджень				Приріст до контролю	
	2017	2018	2019	середнє за 2017–2019 рр.	т/га	%
Без застосування препаратів (контроль I)	2,44	2,68	3,01	2,71	–	100,0
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	2,59	2,81	3,23	2,88	0,17	106,3
Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,57	2,78	3,12	2,82	0,11	104,2
Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,58	2,79	3,21	2,86	0,15	105,5
Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,56	2,77	3,11	2,81	0,10	103,8
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,55	2,75	3,07	2,79	0,08	103,0
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,64	2,88	3,34	2,95	0,24	109,0
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,65	2,94	3,36	2,98	0,27	110,1
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,61	2,86	3,29	2,92	0,21	107,7
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (Фон)	2,53	2,72	3,04	2,76	0,05	102,0
Фон + ручні прополювання впродовж вегетації	2,67	2,84	3,23	2,91	0,20	107,5
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,73	2,89	3,41	3,01	0,30	111,1
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,75	2,92	3,47	3,05	0,34	112,4
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,71	2,85	3,39	2,98	0,27	110,1
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,60	2,77	3,10	2,82	0,11	104,2
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,91	3,08	3,70	3,23	0,52	119,2
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,93	3,12	3,72	3,26	0,55	120,2
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,88	3,05	3,63	3,19	0,48	117,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,13</i>	<i>0,14</i>	<i>0,17</i>	–	–	–

Отже, з одержаних даних випливає, що найвища урожайність полби формувалася у варіанті з інтегрованим внесенням гербіциду Пріма Форте 195 у нормі 0,6 л/га з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що забезпечило одержання прибавки врожаю зерна культури в порівнянні з контролем І на рівні 20 %.

Світовий попит на пшеницю продовольчого призначення стрімко зростає. В Україні виробляють лише 10–12 % продовольчої пшениці, решта — фуражна. Підвищення виробництва високоякісної пшениці — завдання державного рівня [350]. Серед регульованих чинників впливу, що мають вирішальне значення для отримання якісного зерна є чітке дотримання елементів технології вирощування культури [351]. Покращення його якості, а також зниження собівартості сільськогосподарської продукції, що є одними з важливих завдань сьогодення [352].

Відомо, що бур'яни погіршують якість продукції зернових колосових культур та збільшують витрати на післязбиральну доробку зерна [353–356].

Маса тисячі зерен у сільськогосподарських культур є важливим фізичним показником якості, який безпосередньо впливає на урожайність [357], а натура зерна — слугує додатковою ознакою для визначення його борошномельних властивостей [358].

У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані препарати, а також погодні умови, значною мірою впливали на формування фізичних показників якості зерна полби (рис. 6.1–6.4), додаток К, табл. К.1–К.4). Зокрема МТЗ 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 %.

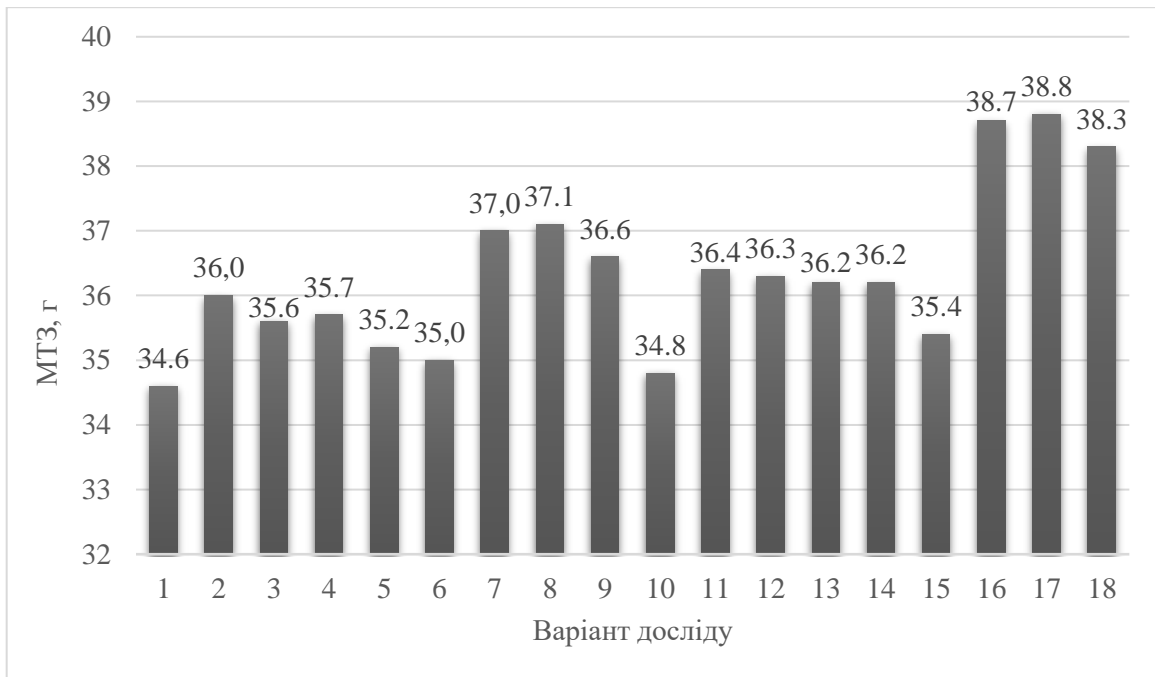


Рис. 6.1. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування РРР Вуксал БІО Vita на МТЗ пшениці полби звичайної (г, середнє за 2017–2019 рр.); НІР₀₅ 0,3–0,6:

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га.

Зниження МТЗ за використання максимальної рекомендованої норми гербіциду у посівах пшениці констатували у своїх дослідженнях й інші вчені [280].

За роздільного використання Вуксалу БІО Vita 1,0 л/га спостерігалось збільшення показників МТЗ – на 1 %, а за обробки насіння цим же регулятором росту – на 0,6 % відносно контролю I. Застосування Пріми Форте 195 (0,5; 0,6 і 0,7 л/га) сумісно з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га викликало зростання МТЗ на 6,7; 7,0 і 5,8 %, а за використання гербіциду у тих же нормах на фоні обробки насіння РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/т маса 1000 зерен відносно контролю I зростала на 4,7; 4,4 і 4,5 % відповідно.

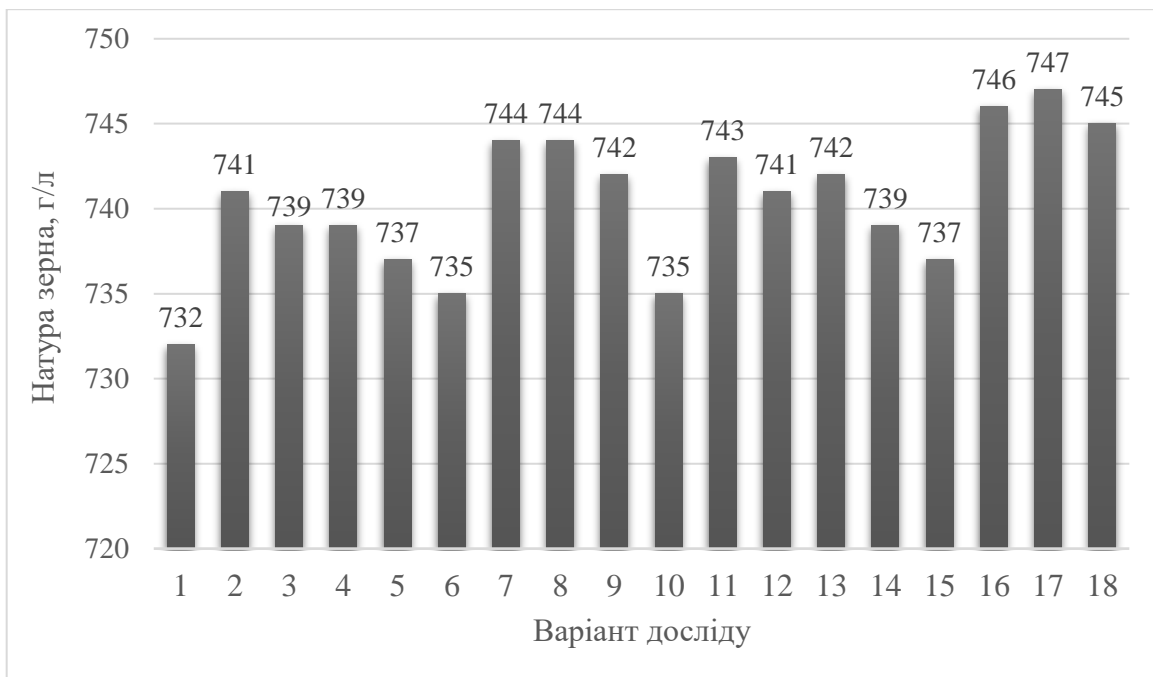


Рис. 6.2. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування РРР Вуксал БІО Віта на натуру зерна пшениці полби звичайної (г/л, середнє за 2017–2019 рр.); НІР₀₅ 6–8:

1 – Без застосування препаратів (контроль І); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль ІІ); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Віта 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Віта 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Віта 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Віта 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Віта 1,0 л/га

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 РРР Вуксал БІО Віта 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР (1,0 л/т), де приріст МТЗ відносно контролю складав 11,6; 12,0 і 10,6 % відповідно. В цих же варіантах дослідю найбільше зростала і натура зерна (рис. 6.2) (у межах 2 %), в той час коли приріст в інших варіантах дослідю був у межах до 1 %.

Застосування в посівах полби гербіциду і PPP підвищувало вміст у зерні білка і сирій клейковини (рис. 6.3; 6.4), проте ці показники залежали від норм внесення гербіциду і від його комбінацій з PPP.

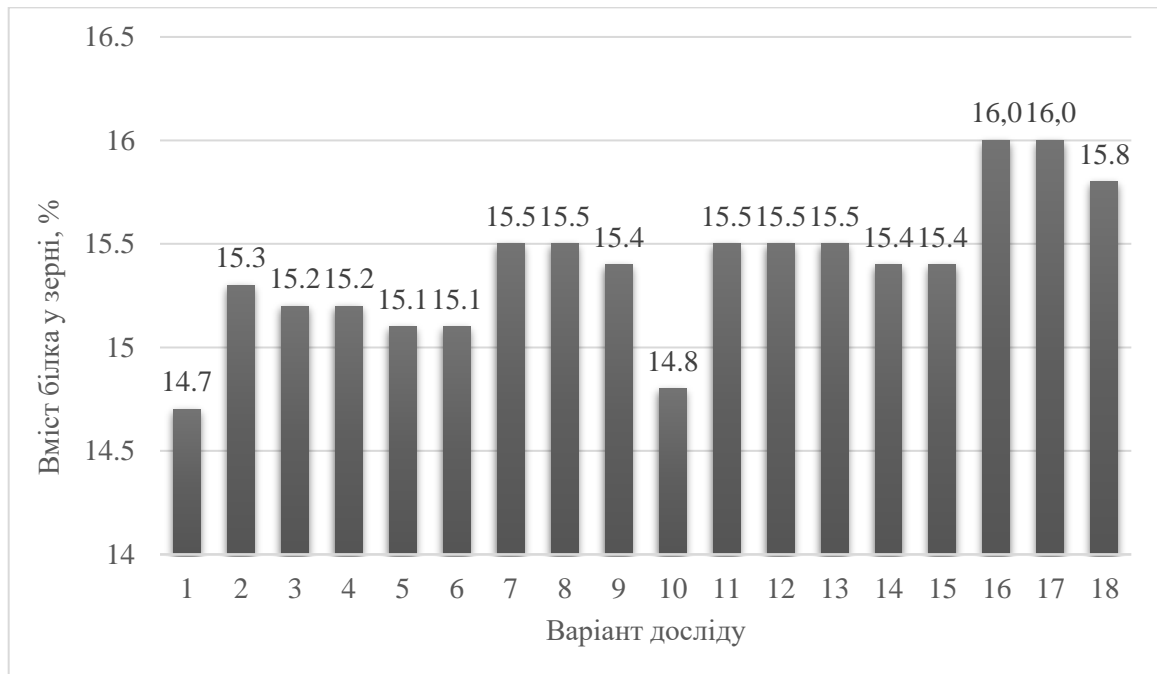


Рис. 6.3. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування PPP Вуксал БІО Vita на вміст білка у зерні пшениці полби звичайної (% , середнє за 2017–2019 рр.); НІР₀₅ 0,2–0,3:

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

Так, у середньому за роки досліджень, у варіантах досліджу з внесенням Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га вміст білка і сирій клейковини в зерні полби складав відповідно 15,2; 15,2 і 15,1 % та 29,4 29,3 і 29,1 %, при застосуванні тих же норм Пріми Форте 195 сумісно з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га — 15,5; 15,5 і 15,4 % та 30,0; 29,9 і 29,7 % при 14,7 та 28,6 % у варіанті без застосування препаратів (контроль I).

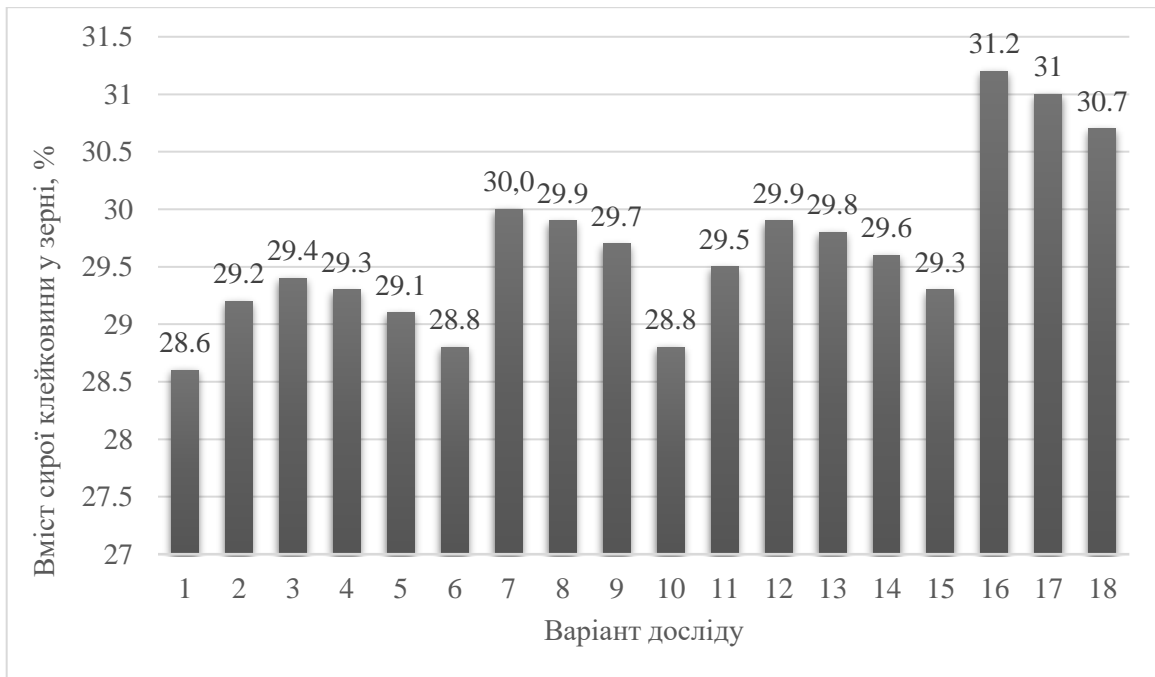


Рис. 6.4. Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування РРР Вуксал БІО Vita на вміст сирої клейковини у зерні пшениці полби звичайної (% , середнє за 2017–2019 рр.); НІР₀₅ 1,2–1,5:

1 – Без застосування препаратів (контроль I); 2 – Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II); 3, 4, 5 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 6 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 7, 8, 9 – Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 10 – Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (передпосівна обробка насіння, фон); 11 – Фон + ручні прополювання впродовж вегетації; 12, 13, 14 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га; 15 – Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га; 16, 17, 18 – Фон + Пріма Форте 195 0,5, 0,6, 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га

За внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 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 15,5; 15,5 і 15,4 % та 29,6, 29,4 і 29,3 % відповідно, при застосуванні тих же норм Пріми Форте 195 сумісно з Вуксалом БІО Vita у нормі 1,0 л/га — 16,0; 16,0 і 15,8 % та 31,2; 31,0 і 30,7 %.

Таким чином, застосування в посівах полби гербіциду Пріма Форте 195 у бакових сумішах із Вуксалом БІО Vita на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності і якості зерна. Зокрема, найвища врожайність і

якісні показники зерна полби формувалися за обприскування посівів гербіцидом Пріма Форте 195 у нормі 0,6 л/га в баковій суміші із регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т, що в середньому за роки досліджень забезпечувало прибавку зерна на рівні 0,55 т/га за збільшення показників МТЗ на 12 %; натури — 2 %; білка і сирої клейковини — 9 і 8 % відповідно.

6.3. Економічна й енергетична ефективність

В умовах розвитку ринкових відносин проблема підвищення ефективності агропромислового виробництва та економічна оцінка тих чи інших агрозаходів набувають першочергового значення [359]. Економічна ефективність дає можливість враховувати реальні витрати та прибутки і на цій основі запропонувати найбільш економічно вигідні технології вирощування сільськогосподарських культур [360, 361]. У рослинництві даний показник визначається відношенням одержаних результатів до витрат засобів виробництва і живої праці та направлений на одержання максимальної кількості продукції з одного гектара земельної площі відповідної якості при найменших затратах [362]. Проте, дана оцінка є нестабільною і змінюється залежно від цінової політики в державі, тому важливого значення набуває впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували підвищення врожайності та раціональне використання матеріальних ресурсів, були б екологічно безпечними і адаптованими до умов ґрунтово-кліматичної зони [363, 364].

Результати застосування гербіцидів і регуляторів росту в дослідах є цінним матеріалом для прогностичних, перспективних розрахунків з визначення їхнього впливу на показники господарської діяльності сільськогосподарських підприємств. Вони свідчать про потенційні можливості цього чинника

виробництва в підвищенні врожайності та валових зборів сільськогосподарських культур [365–367].

Економічна ефективність застосування гербіциду є вартістю захищеної від бур'янів сільськогосподарської продукції з вирахуванням всіх витрат на препарати і їх застосування [368].

На сьогодні гербіциди є найбільш економічно доцільним заходом контролю сегетальної рослинності в посівах сільськогосподарських культур [369]. Зокрема гербіциди похідні синтетичних ауксинів (яким є 2,4-Д, одна із складових гербіциду Пріма Форте 195) широко використовуються у світовій практиці через широкий спектр контрольованих видів бур'янів, селективність щодо культури і низьку вартість застосування [370]. Є дані, що рівень окупності сучасного гербіциду для пшениці становить практично 100 %, тому що його вартість на 1 га еквівалентна близько 50 кг/га зерна пшениці [144].

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 44 і 45 % за окупності додаткових витрат 2,1–2,3 рази (табл. 6.1, додаток Л, табл. Л.1–Л.3). Підвищення норми гербіциду Пріма Форте 195 до 0,7 л/га забезпечило додатковий чистий прибуток на рівні 239 грн/га за рівня рентабельності 40% та окупності додаткових витрат в 0,1 разів.

Сумісне застосування Пріми Форте 195 (0,5–0,7 л/га) з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га дещо знижувало рентабельність виробництва (до 34–41 %) через високу гектарну вартість РРР та нестабільні ціни на зерно пшениці в роки досліджень, проте додатковий чистий прибуток зростав і становив 616; 713 і 364 грн/га.

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність застосування гербіциду Пріма Форте 195 та PPP Вуксал БІО Vita
(середнє за 2017–2019 рр.)**

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на виросування, грн/га	У т.ч. додаткові, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	У т.ч. додаткової, грн/га	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн/га	Окупність додаткових витрат, рази
Без застосування препаратів (контроль I)	2,71	–	5772	–	13890	–	8118	2137	141	–	–
Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,82	0,11	5943	171	14466	534	8523	2110	144	363	2,1
Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,86	0,15	5981	209	14642	707	8661	2099	145	497	2,3
Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,81	0,10	6020	248	14414	487	8395	2145	140	239	1,0
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,79	0,08	6171	345	14296	377	8125	2218	132	32	0,1
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,95	0,24	6302	530	15120	1146	8818	2143	140	616	1,1
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,98	0,27	6347	575	15286	1287	8940	2136	141	713	1,2
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,92	0,21	6385	625	14954	989	8569	2195	134	364	0,6
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	2,76	0,05	5827	55	14158	251	8331	2113	143	196	3,9
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	3,01	0,30	5998	229	15391	1413	9393	2001	157	1184	5,1
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	3,05	0,34	6043	264	15576	1586	9533	1992	158	1321	4,9
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,98	0,27	6075	303	15249	1287	9174	2045	151	985	3,2
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,82	0,11	6172	400	14461	534	8290	2189	135	134	0,4
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,23	0,52	6343	571	16507	2449	10164	1974	160	1879	3,3
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,26	0,55	6381	609	16649	2575	10268	1969	161	1966	3,2
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,19	0,48	6419	647	16290	2245	9871	2024	154	1598	2,4

Однак, підвищення рентабельності виробництва спостерігалось за застосування гербіциду Пріма Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння (через низьку гектарну вартість обробки насіння). Так, за норм Пріми Форте 0,5; 0,6 і 0,7 л/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР рентабельність зростала до 57; 58 і 51 % за отримання додаткового чистого прибутку у 1184; 1321 і 985 грн/га. У цих же варіантах формувалася і найвища окупність додаткових витрат, яка становила 3,2–5,1 рази.

Найвищі економічні показники в досліді формувалися у варіантах сумісного застосування Пріми Форте 195 0,5; 0,6 і 0,7 л/га і РРР Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же РРР у нормі 1,0 л/т. Висока прибавка врожайності за зниження собівартості продукції забезпечила зростання рентабельності виробництва до 60; 61 і 54 % відповідно і додаткового чистого прибутку — 1879; 1966 і 1598 грн/га відповідно.

Біоенергетична оцінка технології вирощування є стабільним показником і передбачає визначення співвідношення повної кількості енергії, яка акумулюється в процесі фотосинтетичної діяльності рослин і виражена рівнем їх урожайності та сукупних витрат енергії, що витрачена на виробництво цього врожаю [371].

Основна частка енерговитрат на вирощування полби пов'язана з використанням сільськогосподарських машин, паливно-мастильних матеріалів, додаткових заходів щодо очистки та досушування зерна (за потреби), а також контролювання сегетальної рослинності в посівах. За внесення різних норм гербіциду, а також різних способів застосування РРР постає питання оцінки енергетичної ефективності даних заходів. Проведені розрахунки щодо енергетичної ефективності (табл. 6.2) засвідчили, що за внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га енерговитрати становили 15669–15742 МДж/га; за цих же норм гербіциду, але у суміші з РРР — 16033–16107 МДж/га. За використання гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння РРР сукупні витрати енергії становили 18539–18612 МДж. Найвищі сукупні витрати антропогенної енергії

формувалися у варіантах сумісного застосування гербіциду (0,5–0,7 га) і РРР на фоні передпосівної обробки насіння РРР, де вони склали 18904–18977 МДж/га.

Водночас, ці ж варіанти відрізнялися найвищим виходом валової енергії з 1 га, яка складала 53139–52426 МДж, за коефіцієнта енергетичної ефективності 2,8, що свідчить про високу енергоефективність застосовуваних додаткових заходів.

Таблиця 6.2

Енергетична ефективність застосування гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita в посівах пшениці полби звичайної, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Витрати сукупної антропогенної енергії на 1 га, МДж	Вихід валової енергії з 1 га, МДж*	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Без застосування (контроль I)	18125	44584	2,5
Пріма Форте 195 0,5 л/га	15669	46449	3,0
Пріма Форте 195 0,6 л/га	15705	47052	3,0
Пріма Форте 195 0,7 л/га	15742	46284	2,9
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15851	45901	2,9
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	16033	48588	3,0
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	16070	49081	3,1
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	16107	48039	3,0
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га (Фон)	16987	45462	2,7
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	18539	49520	2,7
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	18575	50123	2,7
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	18612	49081	2,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18721	46449	2,5
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18904	53139	2,8
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18940	53578	2,8
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18977	52426	2,8

* – енергоемність 1 т продукції — 16451,8 МДж

Таким чином, найвищі показники економічної ефективності вирощування полби звичайної формувалися у варіанті сумісного застосування Пріма Форте 195 у нормі 0,6 л/га і PPP Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же PPP у нормі 1,0 л/т, де рівень рентабельності виробництва склав 61 % за додаткового чистого прибутку 1966 грн/га. Найвищий вихід валової енергії з врожаю і коефіцієнт енергетичної ефективності (більше 1) свідчать, що додаткові витрати у даному варіанті досліду є вигідними з точки зору енергоефективності.

Матеріали розділу 6 опубліковано та апробовано в працях [372–376].

1. 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.
2. 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 плодovoда Д. С. Дуки, 10–11 травня 2017 р. Умань, 2017. С.65–66.
3. 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.
4. 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.

5. Павлишин С. В., Коханівська С. В. Вміст білка у зерні пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БЮ 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.*

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено вирішення нового наукового завдання, спрямованого на агробіологічне обґрунтування застосування в посівах пшениці полби звичайної комбінованого гербіциду класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин природного походження Вуксал БІО Vita: досліджено роздільну і поєднану дію гербіциду і регулятора росту рослин окремо і на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин на проходження в рослинах полби звичайної фізіолого-біохімічних процесів, формування біометричних показників та анатомо-морфологічних змін, фотосинтетичну продуктивність посівів, функціонування мікробіоти ризосфери, забур'яненість, урожайність і якість зерна, економічну та енергетичну ефективність вирощування культури.

1. Встановлено, що перебіг у рослинах пшениці полби звичайної ліпероксидаційних процесів і активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз, як важливих маркерів антиоксидантного статусу рослин, у значній мірі залежить від норм використання гербіциду Пріма Форте 195 окремо і в комплексі з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita: за самостійного внесення гербіциду в нормах 0,5–0,7 л/га вміст продукту пероксидного окиснення ліпідів (МДА) у рослинах зростав на 137–185 % за підвищення активності глутатіон-S-трансферази у середньому на 12–25 % та активності окремих ферментів класу оксидоредуктаз — каталази, пероксидази і поліфенолоксидази — на 13–22; 12–35 і 16–33 %; разом з тим за внесення гербіциду в нормах 0,5–0,7 л/га в бакових сумішах з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га, особливо на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин у нормі 1,0 л/т, вміст МДА в рослинах полби відносно варіантів самостійного внесення гербіциду знижувався на 72–89 % за зростання активності GST на 20–22 %, каталази, пероксидази і поліфенолоксидази — на 27; 35–49 і 32–34 % відповідно, що свідчить про гальмування темпів генерації

активних форм кисню в рослинному організмі на фоні загального зростання в них антиоксидантного статусу.

2. Доведено, що в умовах вегетаційного дослідження накопичення пігментів та їх співвідношення у пластидному комплексі полби звичайної залежало від норм застосування Пріми Форте 195 за різних способів використання регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita: за самостійного внесення гербіциду в нормах 0,5–0,7 л/га вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми в середньому знижувався на 4–16; 13–19 і 5–18 %, проте за комплексного використання гербіциду у вищевказаних нормах у бакових сумішах з Вуксалом БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою цим же регулятором росту рослин (1,0 л/т) вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми в середньому зростав на 5–14; 11 і 2–20 %. В умовах польового дослідження найістотніше зростання вмісту хлорофілу відбувалося за внесення Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га в сумішах з Вуксалом БІО Vita на фоні обробки насіння цим же регулятором росту рослин, де перевищення вмісту суми хлорофілів *a* і *b* складало в середньому за роками та фазами розвитку культури 8–13 %, що вказує на активізацію проходження у рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й синтезу хлорофілів, саме за використання гербіциду в комплексі з регулятором росту рослин (обробка вегетуючих рослин; обробка насіння перед сівбою).

3. З'ясовано, що за використання гербіциду Пріма Форте 195 0,5–0,7 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) в анатомічній будові листків полби звичайної простежувалось збільшення площі клітин епідермісу в середньому на 69–100 %, що слугувало формуванню у рослин листового апарату мезоморфного типу та супроводжувалось в середньому за роками та фазами розвитку культури зростанням площі листків на 15–17 %; біомаси рослин — 12–63 %. Між площею листового апарату і площею клітин епідермісу листків полби звичайної встановлено тісний кореляційний зв'язок (r

= 0,72), що підтверджує залежність формування площі листкового апарату від його анатомічної структури.

4. Встановлено, що за роздільного застосування Пріми Форте 195 0,5–0,7 л/га показник чистої продуктивності посівів полби звичайної зростав у середньому на 6–9 %, водночас за використання бакових сумішей Пріма Форте 195 0,5–0,7 л/га в комплексі з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita (1,0 л/га — обробка рослин; 1,0 л/т — обробка перед сівбою насіння) чиста продуктивність посівів зростала на 22–27%. Між ЧПФ полби звичайної та врожайністю встановлено тісноту зв'язку на рівні $r=0,93$.

5. Доведено, що роздільне застосування Пріми Форте 195 у нормах 0,5–0,7 л/га зумовлювало підвищення загальної чисельності бактерій і мікроміцетів у ризосфері культури на 6–8 і 10–15 %, водночас найбільше зростання даних груп мікробіоти (27–29 % і 40–41 %) простежувалось у посівах за внесення гербіциду в бакових сумішах з регулятором росту рослин на фоні обробки регулятором росту рослин насіння перед сівбою цим же регулятором росту рослин (1,0 л/т), що узгоджується в цих варіантах досліді з показником найвищої фізіолого-біохімічної та ферментативної активності, результатом якого було збільшення надходження у ґрунт ексудатів, що є головним джерелом живлення мікроорганізмів. Бактерії роду *Azotobacter* за дії гербіциду Пріма Форте 195 в нормах 0,5–0,7 л/га зазнавали в початковий період дії препарату (10-та доба після внесення) більшого пригнічення (10–23 %), яке за комплексного використання гербіциду і регулятора росту рослин на фоні обробки регулятором росту рослин насіння було мінімальним (4 %). Через 25 діб після внесення препаратів, особливо у варіантах комплексного використання, ріст азотобактера в ризосфері пшениці полби звичайної пригнічення не зазнавав.

6. З'ясовано, що ефективність контролювання бур'янів у посівах полби зростала зі збільшенням норм використання гербіциду Пріма Форте 195, внесеного як окремо, так і за різних способів застосування Вуксалу БІО Vita: за

норм Пріми Форте 0,5–0,7 л/га ефективність знищення бур'янів на 30 добу обліків складала в середньому 77–85 % за кількістю і 79–87 — за масою; перед збиранням врожаю — 82–87 і 78–86 % відповідно; найефективніше бур'янова рослинність знищувалась за комплексного використання Пріми Форте 195 0,5–0,7 л/га з Вуксалом БІО Vita (передпосівна обробка насіння + обприскування вегетуючих рослин), де знищення бур'янів за кількістю і масою складало 90–94 % і 92–96 % — на 30 добу обліків; 91–95 і 89–92 % — перед збиранням врожаю, що свідчить про опосередковане підсилення гербіцидної дії препарату за рахунок підвищення конкурентної здатності культури (наростання площі листків, біомаси та висоти рослин). Між рівнем забур'яненості посівів і врожайністю полби коефіцієнт кореляції $r = -0,70$.

7. Встановлено, що найвищу врожайність посіви полби звичайної формували у варіанті досліді з використанням Пріми Форте 195 у нормі 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/т, де приріст врожаю зерна складав 20 %, підвищення у порівнянні з контролем показників якості: маси тисячі зерен на 12 %; натуре — 2 %; білка і сирі клейковини — 9 і 8 % відповідно.

8. Найвищі показники економічної та енергетичної ефективності вирощування культури формувалися за обприскування посівів полби звичайної сумішшю гербіциду Пріма Форте 195 у нормі 0,6 л/га із Вуксал БІО Vita 1,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita 1,0 л/т, що забезпечило одержання додаткового чистого прибутку на рівні 2575 грн/га за рентабельності виробництва 161 % і коефіцієнта енергетичної ефективності — 2,8.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

З метою контролювання широкого спектру дводольних видів бур'янів, підвищення урожайності і якості зерна на фоні активізації проходження фізіолого-біохімічних та мікробіологічних процесів у посівах полби звичайної комбінований гербіцид класів триазолпіримідинів, похідних піридин- і арилоксиалканкарбонових кислот Пріма Форте 195 слід 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/г.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іващенко О. О. Майбутнє системи захисту рослин, екологічні аспекти. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 9. С. 1–4.
2. Мордерер Є. Ю. Дослідження з фізіології дії гербіцидів в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. *Физиология растений и генетика*. 2016. № 3. С. 252–256.
3. Самойлик Ю. В. Розвиток агропродовольчого ринку в умовах глобалізації економіки: автореф. дис. д-ра. екон. наук: 08.00.03. Полтава, 2019. 36 с.
4. Солоха М. Технології точного землеробства у системах захисту рослин. *Спецвипуск ж. Пропозиція. Сучасна техніка для захисту с-г рослин*. 2017. С. 26–28.
5. Евтушенко Е. В., Сапрыкин В. А., Галицын М. Ю., Чекуров В. М. Влияние биологически активных веществ из хвойных на активность 1-фенилаланин-аммоний-лиазы и пероксидазы в листьях пшеницы. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2008. Т. 44, № 1. С. 123–128.
6. Михальська Л. М. Ефективність осіннього застосування гербіцидів на посівах пшениці озимої. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 7. С. 3–6.
7. Oad F. C., Siddiqui M. H., Buriro, U. A. 2007. Growth and yield losses due to different weed densities. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2007. 6(1). P. 173–176.
8. Плаксюк Л. Б. Агроекологічна оцінка процесу переходу господарств від традиційного до органічного виробництва: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16. Київ, 2019. 23 с.
9. Моргун В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. № 5. С. 371–392.
10. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Проблеми практичної гербології. Київ: Світ, 2001. 234 с.
11. Швартау В. В., Михальська Л. М. Гербіциди. Фізико-хімічні та біологічні

- властивості. Київ: Логос, 2013. 906 с.
12. Скуфінський О., Каменщук Б., Поліщук К. Інтегровані підходи щодо захисту зернових колосових культур. *Пропозиція*. 2017. С. 8–10.
 13. Oerke E.C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006. 144(1). P. 31–43.
 14. Іващенко О. О. Екологічне контролювання бур'янів у широкорядних посівах. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 3. С. 6–9.
 15. Трибель С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Сучасний стан хімічного методу захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 1. С. 1–4.
 16. Mithila J., Godar A. Understanding Genetics of Herbicide Resistance in Weeds: Implications for Weed Management. *Adv. Crop Sci. Tech.* 2013. 1(4). P. 1–3.
 17. Calvo P., Nelson L, Kloepper J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. – V.383. P. 3–41.
 18. Швартау В. В., Михальська Л. М. Роль фітогормонів у життєдіяльності рослин. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 70–72.
 19. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Забур'яненість посівів тритикале озимого за дії гербіциду Пріма в суміші з регулятором росту рослин Біолан. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2012. Вип. 79. С. 47–51.
 20. Позакореневе живлення рослин - джерело амінокислот [Електронний ресурс]: Пропозиція. 2016. URL: <http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-zhyvlennya-roslyn-dzherelo-aminokyslot>.
 21. Фізіологія рослин / М. М.Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
 22. Грицаєнко З. М., Поживілова О. В., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних хімічних класів і рістрегулюючих препаратів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2011. С. 25–38.
 23. Борона В. П., Задорожний В. С. Гербологія: проблеми розвитку. *Захист рослин*.

2003. № 11. С. 21–22.
24. Мордерер Є. Ю., Мережинський Ю. Г. Гербіциди. Механізми дії та практика застосування. Київ: Логос, 2009. 379 с.
 25. Швартау В. В. Гербіциди. Основи регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості: у 2 т. Київ: Логос, 2009. 1046 с.
 26. Михальська Л. М., Прядкіна Г. О., Швартау В. В. Вплив елементів живлення та гербіцидів на вміст хлорофілів у рослинах сучасних сортів озимої пшениці. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 20. С. 73–76.
 27. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів різних хімічних класів і регулятора росту рослин на врожайність та якість зерна тритикале озимого. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2011. С. 248–252.
 28. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Структура врожаю пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтур WG і регулятора росту рослин Емістим С. *Консолидація наукових досліджень: збірник докладів міжнародних конференцій*, г. Донецьк, 12–13 жовтня 2013 г. Донецьк, 2013. С. 10–23.
 29. Спиридонов Ю. Я., Жемчужин С. Г. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008 г.). *Агрехимия*. 2010. № 7. С. 73–91.
 30. Kopsell D. A., Armel G. R., Abney K. R., Vargas J. J. Leaf tissue pigments and chlorophyll fluorescence parameters vary among sweet corn genotypes of differential herbicide sensitivity. *Pes. Biochem. Physiol.* 2011. 99(2). P. 194–199.
 31. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Вплив гербіциду Лінтур 70 WG і регулятора росту рослин Емістим С на інтенсивність дихання і продуктивність фотосинтезу рослин. *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Умань, 15–16 листопада 2013 р. Умань, 2013. С. 39–41.
 32. Campanoni P., Nick P. Auxin dependent cell division and cell elongation 1-Naphthaleneacetic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid activate different

- pathways. *Plant Physiol.* 2005. 137. P. 939–48.
33. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. Москва: КДУ, 2007. 139 с.
34. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science.* 2002. 7(9). P. 405–410.
35. Chaitanya K.V., Sundar D., Masilamani S., Ramachandra Reddy A. Variation in heat stress-induced antioxidant enzyme activities among three mulberry cultivars. *Plant Growth Regul.* 2002. V.36. P. 175–180. doi: 10.1023/A:1015092628374.
36. Гамбарова Н. Г., Гинс В. К. Влияние экзогенного пероксида водорода на антиоксидантную систему хлоропластов у пшеницы. *Сельскохозяйственная биология.* 2012. № 3. С. 75–79.
37. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* 2007. № 3. С. 6–26.
38. Apel K., Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 2004. P. 373–399.
39. Семенова А. С., Лукаткин А. С. Влияние гербицида Параквата на интенсивность перекисного окисления липидов в высечках листьев культурных злаков. *Вестник Мордовского университета.* 2013. № 3. С. 93–95.
40. Хромих Н. О., Россихина-Галича Г. С., Лихолат Ю. В. Післядія гербіцидної обробки на окисно-відновну активність та вміст хлорофілу у рослин пшениці наступної генерації. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.* 2013. № 5. С. 81–88.
41. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Анатомічні зміни в будові фотосинтетичного апарату ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару й біостимулятора росту Емістима С. *Збірник наукових праць УДАУ.* 2006. С. 9–15.
42. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Вплив гербіцидів групи сульфонілсечовини на

- анатомічну будову листкового апарату ярого ячменю. *Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти*: тези II Міжнародної конференції; м. Львів, 18–21 серпня 2004 р. Львів, 2004. С. 154.
43. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Формування листкової поверхні рослин пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтур 70 WG і PPP Емістим С. *Актуальні питання сучасної аграрної науки*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Умань, 2014. С. 34–36.
44. Дрёмова М. С. Изменение хлорофилльных показателей в растениях яровой пшеницы при обработке посевов гербицидными препаратами. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2009. № 6. С. 10–13.
45. Петров Н. Ю., Бердников Н. В., Чернышков В. В. Влияние биостимуляторов на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2008. № 4. С. 1–4.
46. Herbicides: A Double Edged Sword [Електронний ресурс]: 2013. URL: <https://www.intechopen.com/books/herbicides-current-research-and-case-studies-in-use/herbicides-a-double-edged-sword>.
47. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Мостов'як І. І. Анатомічна структура епідермісу листків тритикале озимого за дії гербіцидів Пріма і Пума Супер та їх бакових сумішей з регулятором росту рослин Біолан. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії*: матеріали III Міжнародної конференції, присвяченої 25-річчю біологічного факультету ЗНУ. Запоріжжя, 2012. С. 21–22.
48. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2008. – Ч.1. С. 17–19.
49. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / Карпенко В. П. та ін.; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Сочінський, 2012. 357 с.

50. Леонтюк І. Б. Вплив гербіциду Калібр та регулятора росту Біолан на висоту рослин та врожайність пшениці озимої. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. С. 39–44.
51. Ashraf S. [Електронний ресурс]: Effect of 2,4-d herbicide on growth, biochemical and yield attributes of selected varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) (PhD Thesis). 2015.
URL: <http://pr.hec.gov.pk/jspui/bitstream/123456789/8965/1/12345.pdf>.
52. Calabrese E. J., Baldwin L. A. Chemical hormesis: its historical foundations as a biological hypothesis. *Hum. Exp. Toxicol.* 2000. 19(1). P. 2–31.
53. Леонтюк І. Б. Фізіологічні процеси в рослинах пшениці озимої залежно дії Дербі та Біолану. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2012. Ч. 1. С. 68–70.
54. Жуков Ю. П., Дадабаева Т. П., Фирсов С. А., Хайруллин И. М. Получение программированных урожаев зерна озимых культур при комплексном применении средств химизации. *Известия ТСХА*. 1991. №6. С. 67–80.
55. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М.:Агропромиздат, 1987. 494 с.
56. Яблонская Е. К., Котляров В. В., Федулов Ю. П. Антидоты гербицидов сельськохозяйственных культур. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2013. № 94. С. 1–20.
57. Яблонская Е. К. Изучения влияния препаратов Фуролан, Метионин и их композиции на водный баланс и анатомо-морфологические свойства листьев проростков озимой пшеницы сорта Краснодарская 99. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2016. № 116. С. 1–16.
58. Мельников Н. Н., Татурина Н. Н. Синтетические регуляторы роста. *Химия в сельском хозяйстве*. 1975. №11. С. 841–848.

59. Патыка Н. В., Круглов Ю. В., Шейн Е. Н., Патыка В. Ф. Микроорганизмы почвы: структура и функциональное разнообразие. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец. випуск до ІХ з'їзду Укр. товариства ґрунтознавців та агрохіміків: Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку. Книга третя. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рукультивация, агрохімія, біологія ґрунтів, 2014. С. 312–313.
60. Marzaioli R., D'Ascoli R., De Pascale R. A., Rutigliano F. A.. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Appl Soil Ecol*. 2010. № 44. P. 205–212.
61. Курдиш І. К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 9. С. 7–32.
62. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Азотфіксувальні мікроорганізми роду *Azotobacter* ризосфери ячменю озимого за обробки посівів гербіцидом Калібр 75 і регулятором росту рослин Біолан. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2014. № 3. С. 83–87.
63. Карпенко В. П. Біологічна активність ґрунту в посівах ячменю озимого за дії гербіциду і рістрегуляторів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. Вип. 1. С. 126—131.
64. Tejada M., Gómez I., del Toro M.. Use of organic amendments as a bioremediation strategy to reduce the bioavailability of chlorpyrifos insecticide in soils. Effects on soil biology. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2011. № 74. P. 2075–2081.
65. Патыка В. Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія біологія*. 2014. №3 (60). С.10–15.
66. Кириченко О. В. Биологическая активность ризосферной почвы пшеницы

- ярової в асоціації з бактеріями *Azotobacter chroococcum* T79, модифікованими n-ацетил-d-глюкозаміном. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. №3. С. 30–42.
67. Barea J. M., Pozo M. J., Azcon R. Microbial cooperation in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 2005. V. 56. P. 1761–1778.
68. Brencic A., Winans S. C. Detection and response to signals involved in host-microbe interactions by plant-associated bacteria. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2005. V. 69. P. 155–194.
69. Barazani O., Friedman J. Effect of exogenously applied L-tryptophan on allelochemical activity of plant-growth-promoting rhizobacteria. *J. Chem. Ecol.* 2000. 26(2). P. 343–349.
70. Fons F., Amellal N., Leyval C. Effects of gypsophila saponins on bacterial growth kinetics and on selection of subterranean clover rhizosphere bacteria. *Can. J. Microbiol.* 2003. 49(6). P. 367–373.
71. Гадзало Я. М., Пати́ка М. В., Зари́шняк А. С., Пати́ка Т. І. Агро́екологічна інженерія в біоконтролі ризосфери рослин та формуванні здоров'я. *Мікробіологічний журнал*. 2017. 79(4). С. 88–109.
72. Пи́да С. В., Григорюк І. П., Маяковська С. П. Еколого-трофічні взаємодії вищих рослин і мікроорганізмів. *Аграрна наука і освіта*. 2007. 8(2). С. 11–18.
73. Пати́ка В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. К.: Урожай, 1993. 176 с.
74. Симочко Л. Ю. Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського ун-ту*. 2008. № 22. С. 152–154.
75. Іути́нська Г. О. Ґрунтова мікробіологія. К.: Арістей, 2006. 284 с.
76. Zain M. M., Rosli B. M., Kamaruzaman S., NurMasirah M., Yahya A. Effects of selected herbicides on soil microbial populations in oil palm plantation of Malaysia: A microcosm experiment. *African Journal of Microbiology Research*. 2013. 7(5).

- P. 367–374.
77. Baćmaga M., Wyszowska J., Borowik A., Tomkiel M., Kucharski J. Response of fungi, β -glucosidase and arylsulfatase to soil contamination by Alister Grande 190 OD, Fuego 500 SC and Lumax 357.5 SE herbicides. *Pol J Environ Stud.* 2014. 23(1). P. 19–25.
78. Cycoń M., Wójcik M., Borymski S., Piotrowska-Seget Z. A broadspectrum analysis of the effects of teflubenzuron exposure on the biochemical activities and microbial community structure of soil. *J Environ Manage.* 2012. № 108. P. 27–35.
79. Panettieri M., Lazaro L., Lopez-Garrido R., Murillo J. M., Madejon E. Glyphosate effect on soil biochemical properties under conservation tillage. *Soil Tillage Res.* 2013. № 133. P.16–24.
80. Tejada M. Evolution of soil biological properties after addition of glyphosate, diflufenican and glyphosate+diflufenican herbicides. *Chemosphere.* 2009. № 76. P. 365–373.
81. Kucharski J., Baćmaga M., Wyszowska J. Effect of herbicides of the course of ammonification in soil. *J. Elem.* 2009. 14(3). P. 477–487.
82. Демиденко Г. А., Фомина Н. В. Оценка влияния гербицидов на почвенную микрофлору. *Вестник КрасГАУ.* 2013. №8. С. 49–53.
83. Ayansina A. D., Amusan O. A. Effect of higher concentrations of herbicides on bacterial populations in tropical soil. *Unique Res. J. Agric. Sci.* 2013. 1(1). P.1–5.
84. Baćmaga M., Kucharski J., Wyszowska J., Borowik A., Tomkiel M. Responses of microorganisms and enzymes to soil contamination with metazachlor. *Environ. Earth Sci.* 2014. doi:10.1007/s12665-014-3134-8.
85. Bai Z., Xu H. J., He H. B., Zheng L. C., Zhang X. D. Alterations of microbial populations and composition in the rhizosphere and bulk soil as affected by residual acetochlor. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2013. № 20. P. 369–379.
86. Cycoń M., Piotrowska-Seget M., Kozdrój J. Responses of indigenous microorganisms to a fungicidal mixture of mancozeb and dimethomorph added to

- sandy soils. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2010. № 64. P. 316–323.
87. Fenlon K. A., Andreou K., Jones K. C., Semple K. T. The formation of bound residues of diazinon in four UK soils: implications for risk assessment. *Environ. Pollut.* 2011. № 159. P. 776–781.
88. Morgante V., Flores C., Fadic X., González M., Hernández M., Cereceda-Balic F., Seeger M. Influence of microorganisms and leaching on simazine attenuation in an agricultural soil. *J. Environ Manage.* 2012. № 95. P. 300–305.
89. Benslama O., Boulahrouf, A. Impact of glyphosate application on the microbial activity of two Algerian soils. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2013. 2(12). P. 628–635.
90. Zhang X., Li X., Zhang C., Li X., Zhang H. Ecological risk of long-term chlorimuron-ethyl application to soil microbial community: An in situ investigation in a continuously cropped soybean field in Northeast China. *Environmental Science and Pollution Research.* 2011. 18(3). P. 407–415.
91. Tejada M. Evolution of soil biological properties after addition of glyphosate, diflufenican and glyphosate+diflufenican herbicides. *Chemosphere.* 2009. № 76. P. 365–373.
92. Tixier C., Singer H. P., Canonica S., Müller S. R. Phototransformation of triclosan in surface waters: a relevant elimination process for this widely used biocide — laboratory studies, field measurements, and modeling. *Environ. Sci. Technol.* 2002. № 36. P. 3482–3489.
93. Muñoz-Leoz B., Garbisu C., Charcosset J., Sánchez-Pérez J. M., Antigüedad I., Ruiz-Romera E. Non-target effects of three formulated pesticides on microbially-mediated processes in a clay–loam soil. *Sci. Total Environ.* 2013. № 449. P. 345–354.
94. Ситник К. М. Проблеми глобальної фіторізноманітності та розвитку фітодіверситології. *Екологія та ноосферологія.* 2011. Т. 22. С. 3–4.
95. Бровко І. С., Ящук В. У., Чабанюк Я. В. Влияние гербицидов на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы в агроценозах сои.

- [Електронний ресурс]: *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. 2(66). URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/104307/99353>.
96. Сторчоус І. М. Застосування гербіцидів: очікуваний ефект та побічний вплив. [Електронний ресурс]: Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2014. URL: <https://www.propozitsiya.com/ua/zastosuvannya-gerbicidiv-ochikuvaniy-efekt-ta-pobichniy-vplivpobichniy-vpliv>.
97. Cervelli N., Nannipieri P., Sequi P. (1978). Interactions between agrochemicals and soil enzymes. In: *Soil Enzymes* (ed. Burns R. G.). London: Academic Press, 1978. P. 251—280.
98. Cycon M., Wójcik M., Borymski S., Piotrowska-Seget Z. Short-term effects of the herbicide napropamide on the activity and structure of the soil microbial community assessed by the multi-approach analysis. *Appl. Soil. Ecol.* 2013. V. 66. P. 8–18.
99. Milosevic N., Govedarica M., Dukia D., Mandia L. Uticaj herbicida na mikrobiološku aktivnost zemljišta. *Zimska škola za agronome, Zb. Radova.* 2000. V. 4. P. 101–107.
100. Pal R., Chakrabarti K., Chakraborti A., Chowdhury A. Degradation and effects of pesticides on soil microbiological parameters – a review. *International Journal of Agricultural Research.* 2006. 1(3). P. 240–258.
101. El Hussein A. A., Mohamed A. T., El Siddig M. A., Sherif, A. M., Osman, A. G. Effects of oxyfluorfen herbicide on microorganisms in loam and silt loam soils. *Research Journal of Environmental Sciences.* 2012. 6(4). P. 134–145.
102. Tamilselvan C., Joseph S. J., Mugunthan G., Kumar A. S., Ahamed S. S. M. Biological degradation of metribuzin and profenofos by some efficient bacterial isolates. *International Letters of Natural Sciences.* 2014. 9. P. 26–39.
103. Saritha P., Reddy P. L. N., Sreeramulu A. Effect of different herbicide/certain chemicals on *Celosia argentea* L. weed plant. *Indian J. Pharm. Sci. Res.* 2014. 4(2). P. 63–65.

104. Грицаєнко З. М., Чернега А. О. Мікробіологічна активність ризосфери ячменю озимого за дії гербіциду Калібру 75 й регулятора росту Біолану. Тези доповідей XII З'їзду Товариства Мікробіологів України ім. С. М. Виноградського, 25–30 травня. Ужгород, 2009. С. 156.
105. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів різних хімічних класів Пріми та Пуми Супер і рістрегулятора Біолану на розвиток асоціативних фіксаторів азоту роду *Azotobacter* у ризосфері тритикале озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених УНУС. Умань. УНУС. 2010. Ч.1. С. 19–20.
106. Шутко С. С. Фізіологічні процеси і продуктивність посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.12. Умань, 2019. 21 с.
107. Gerdgikova M., Videva M., Eneva S. Influence of the species of the leguminous predecessor upon the productivity of common wheat. *Plant Science*. 2008. V.45. P. 442–446.
108. Stoyanova A., Petkova R. Yield ingredients and quality of wheat grain treated with foliar fertilizers. *Plant Science*. 2010. V. 47. P. 36–40.
109. Kolev T., Terziev G., Use of certain biologically active substances in durum wheat. *Plant Science*. 1999. V. 36. P. 447-449.
110. Меркушина А. С. Фіторегулятори та мікроелементи в захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. 1999. С. 54–57.
111. Смолин Н. В., Бочкарев Д. В., Девяткина Т. Ф. и др. Как повысить эффективность гербицидов на озимой пшенице. *Защита и карантин растений*. 2012. №11. С. 29–30.
112. Добровольський А. В. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2019. 21 с.
113. Пищур І. М., Канівець В. І., Ларченко І. В. Вплив сучасних гербіцидів на

- формування соєво-ризобіального симбіозу за використання мікробного препарату ризогуміну. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 14. С. 100–108. URL: http://www.sg-microb.ho.ua/arh/pdf14/SM14_08.pdf.
114. Рокитянський А. Б. Дія органо-мінерального мікродобрива як засобу послаблення негативного впливу гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського”. 2019. С. 128-136. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-18>.
115. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. К.: НІЧЛАВА, 2008. 352 с.
116. Сахненко В. В. Застосування нових пестицидів в інтегрованій системі захисту озимої пшениці від найбільш поширених збудників хвороб в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.11. Київ, 1999. 18 с.
117. Delchev G. Influence of some mixtures between stimulators and combined herbicides on the grain yield and grain quality of durum wheat. *Пицца. Екологія. Качество*: труды XI Международной научно-практической конференции г. Екатеринбург, 14–16 мая 2014 г. Екатеринбург, 2014. С. 68–72.
118. Яппаров И. Ф., Кулагин А. А. Эффективность совместного применения природного регулятора роста растений «Стифун» с гербицидами на растениях яровой пшеницы. *Вестник Удмуртского университета*. 2013. Вып. 4. С. 73–76.
119. Яхин О. И., Яхин И. А., Вахитов В. А., Лубянов А. А. К механизму действия природного биорегулятора стифуна. *Доклады РАН*. 2006. Т.411, №1. С.118–121.
120. Злотников А. К., Сергеев В. Р., Кудрявцев Н. А., Долгушкин А. К., Злотников К. М. Альбит повышает эффективность применения гербицидов. *Земледелие*. 2006. № 1. С. 34–36.
121. Соколова Т. В. Влияние новых гербицидов на засоренность посевов и

- продуктивность продовольственной пшеницы в условиях Лесостепи ЦЧР: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01. Рамонь, 2011. 25 с.
122. Соколова Т. В., Гулидова В. А. Влияние современных гербицидов на продуктивность яровой пшеницы. *Агро XXI*. 2011. № 1–3. С. 30–31.
123. Смолин Н. В., Лапина В. В., Савельев А. С. Альбит на яровом ячмене в Мордовии. *Земледелие*. 2007. № 3. С. 37.
124. Титков В. И., Байкасанов Р. К. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, нормы высева и регулятора роста в условиях Оренбургского Предуралья. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 6. С. 19–21.
125. Сорока Т. А. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2012. № 1. С. 42–44.
126. Рабинович Г. Ю., Ковалев Н. Г., Смирнова Ю. Д. Применение новых биоудобрений и биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и картофеля (*Solanum tuberosum* L.). *Сельскохозяйственная биология*. 2015. № 5. С. 665–672.
127. Антонова О. И., Стецов Г. Я., Гершкович А. П. Влияние сроков обработки посевов регуляторами роста на продуктивность яровой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2005. № 2. С. 15–17.
128. Пономаренко С. П., Боровікова Г. С. Регулятори росту рослин. *Захист рослин*. 1997. № 11. С. 2–5.
129. Анишин Л.А., Пономаренко С.П., Грицаенко З.М., Бабаянц О.В. Регуляторы роста в растениеводстве (рекомендации по применению). К.: Агробиотех, 2009. 32 с.
130. Грицаєнко З. М., Розборська Л. В., Квітка В. Г., Притуляк В. П. Забур'яненість посівів і урожайність пшениці озимої залежно від способу застосування гербициду Естерон і регулятора Емістим С. *Збірник наукових праць*

Уманського НУС. 2011. С. 260–266.

131. Власенко Н. Г., Егорычева М. Т., Половинка М. П., Салахутдинов Н. Ф. Перспективные биологически активные вещества на яровой пшенице. *Защита и карантин растений*. 2013. № 4. С. 36–37.
132. Ямалеева А. А., Кузнецов В. И., Ямалеев А. М. Физиолого-биохимические композиции Гуми 90 с пестицидами на растения пшеницы, ячменя, гороха и картофеля. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2005. № 7. С. 119–122.
133. Суворов М. О. Фізіологічно-активні інгредієнти витяжки із водоростей *Ascophyllum nodosum* виробництва «Аріста ЛайфСайенс». Механізм дії [Електронний ресурс]: Агробізнес сьогодні. 2016. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/technology/5025-fiziologichno-aktyvni-ingrediienty-vytiashky-iz-vodorostei-ascophyllum-nodosum-vyrobnytstva-larista-laifsaiensr-mekhanizm-diii.html>.
134. Столетова Е. А. Полба эммер. *Triticum dicossum* Schrank. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1924–1925. 14(1). С. 27–105.
135. Пшеницы мира / В. Ф. Дорофеев, М. М. Якубцинер, М. И. Руденко и др.; под. ред. Д. Д. Брежнева; сост. В. Ф. Дорофеев. Л.: Колос, 1976. 487 с.
136. Карпенко В. П. Біологічне обґрунтування інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів на ячмені ярому : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 03.00.12 ". Умань, 2011. 44 с.
137. Новак А. В. Агрометеорологічні умови 2016–2017 сільськогосподарського року (за даними метеостанції Умань). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 57–60.
138. Агрометеорологічний огляд по території Черкаської області за 2017-2018 сільськогосподарський рік. Черкаси: Черкаський обласний центр з гідрометеорології. 2018. 36 с.
139. Новак В. Г., Новак А. В. Агрометеорологічні умови 2017–2018

сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 73–76.

140. Створення високоадаптивних сортів полби звичайної з легким вимолотом в умовах Лісостепу України. Методичні рекомендації /О. В. Голік та ін. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2016. 27 с.
141. Пшениця полба Голіковська [Електронний ресурс]: Фермерське господарство "Грига". Елітне та репродукційне насіння. URL: <http://www.griga.com.ua/index.php/kharacterystyky-sortiv/pshenytsia-polba-holikovska>.
142. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні на 2015 рік. Київ: Державна ветфітослужба України, 2015. 324 с.
143. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік. Український інститут експертизи сортів рослин. 2019. URL: <http://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
144. Дубровін В. В. Пріма Форте — перша серед кращих. *Зерно*. 2017. № 2. С. 178–179.
145. ПРИМА ФОРТЕ 195, с. е. - Гербіциди [Електронний ресурс]: Сингента Україна – URL: <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/gerbicidi/prima-forte-195-s-e>.
146. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / В.У. Ящук та ін. Київ: Юнівест Медіа, 2018. 1040 с.
147. Wuxal - каталог продуктів [Електронний ресурс]. URL: <http://www.astra-group.com.ua/docs/Wuxal.pdf>.
148. Ходаніцький В. К., Ходаніцька О. О. Полба і спельта: нові перспективи вирощування. *Пропозиція*. 2017. №3. С. 84–88.
149. Голік В. С., Літун П. П., Голік О. В., Панченко І. А. Особливості реакції ярої твердої пшениці на умови вирощування та використання їх в селекції на адаптивність. *Селекція і насінництво*. Харків, 2006. № 93. С. 91–117.

150. Голік О. В. Сортові особливості реакції ярої полби на норми висіву. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2012. № 13. С. 55–61.
151. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. Москва: Наука, 1968. 266 с.
152. Рогожин, В. В. Практикум по биологической химии. Санкт-Петербург: Лань, 2006. 256 с.
153. Habig W. H., Pabst M. J., Jakoby W. B. Glutathione S-transferase. The first step in mercapturic acid formation. *Journal Biol. Chem.* 1974. 249(22). P. 7130–7139.
154. Гришко В. Н., Сыщиков Д. В. Пероксидное окисление липидов и функционирование некоторых антиокислительных ферментных систем у кукурузы и овса при остром поражении фтористым водородом. *Укр. биохим. журнал*. 1999. 71(3). С. 51–57.
155. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. К. :Наук. думка, 1976. 334 с.
156. Грицаенко З. М., Грицаенко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.
157. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия. 2003. 256 с.
158. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Академия наук СССР, 1963, 159 с.
159. Zadoks J. C., T. T. Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed. Res.* 1974. 14(6). P. 415–421.
160. Алиева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А и др.; под. ред. Д. Г. Звягинцева. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Московского университета, 1991. 304 с.
161. Методики випробування і застосування пестицидів / С О. Трибель та ін.; за ред. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.

162. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768-2010. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
163. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням. За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків: ХНТУСГ. 2006. 725 с.
164. Ушкаренко В. О., Лазар П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон: Колос, 1997. 21 с.
165. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай. 1991. 217 с.
166. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
167. Митева Л. П., Иванов С. В., Алексиева В. С. Изменение пула глутатиона и некоторых ферментов его метаболизма в листьях и корнях растений гороха, обработанных гербицидом глифосатом. *Физиология растений*. 2010. 57(1). С. 139–145.
168. Van Camp W., Van Montagu M., Inze D. Superoxide dismutase. In Foyer, C.H. and Mullineaux, P.M. (eds.): Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1994. pp. 317–341.
169. Sharma P., Jha A. B., Dubey R. S., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *J. Bot.* 2012. P. 1–26.
170. Hassan N. M., Nemat Alla M. M. Oxidative stress in herbicide-treated broad bean and maize plants. *Acta Physiol. Plant.* 2005. 27(4). P. 429–438.
171. Gill S.S. & Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant. Physiol. Biochem.* 2010. 48(12). P. 909–930.
172. Noctor G., Lelarge-Trouverie C., Mhamdi A. The metabolomics of oxidative

- stress. *Phytochem.* 2015. 112. P. 33–53.
173. Owen W. J. 2000. Herbicide metabolism as a basis for selectivity. In Roberts, T. (ed.): *Metabolism of Agrochemicals in Plants*. London: John Wiley and sons Ltd., 2000. pp. 211–258.
174. Cole D. J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants. *Pest. Man. Sci.* 1994. 42(3). P. 209–222.
175. Мордереер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. К. : Логос, 2001. 240 с.
176. Neufeind T., Reinemer P., Bieseler B. 1997. Plant glutathione S-transferases and herbicide detoxification. *Biol. Chem.* 1997. 378 (3–4). P.199–205.
177. Gronwald J. W., Plaigance K. L. Isolation and characterization of glutathione-S-transferase isozymes from sorghum. *Plant Physiol.* 1998. 117(3). P. 877–892.
178. Jain M., Bhalla-Sarin N. Glyphosate-induced Increase in glutathione-S-transferase activity and glutathione content in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Pest. Biochem. Physiol.* 2001. 69(3). P. 143–152.
179. Basantani M., Srivastava A., Sen S. Elevated antioxidant response and induction of tau-class glutathione S-transferase after glyphosate treatment in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Pest. Biochem. Physiol.* 2011. 99(1). P. 111–117.
180. Хромих Н.О. Вплив гербицидів на метаболізм глутатіону у дводольних бур'янів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія.* 2013. № 1 (28). С.60–65.
181. Liu L., Liu Y., Rao J., Wang G., Li H., Ge F., Chen C. Сверхэкспрессия гена глутатион-S-трансферазы из плодов *Pyrus pyrifolia* повышает устойчивость трансгенных растений табака к абиотическому стрессу. *Молекулярная биология.* 2013. 47(4). С.591–601.
182. Lamoureux G.L., Rusness D.G. The role of glutathione and glutathione S-transferases in pesticide metabolism, selectivity, and mode of action in plants and insects. In Dolphin, D., Poulson R., Avramovic, O. (eds): *Glutathione: chemical*

- biochemical and medical aspects, Vol IIIB, Ser: Enzyme and Cofactors*, John Wiley & Sons, New York, 1989. pp 153–196.
183. Foyer C.H., Noctor G. Oxidant and antioxidant signaling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant Cell Environ.* 2005. 28(8). P. 1056–1071.
184. Калинина Е. В., Чернов Н. Н., Новичкова М. Д. Роль глутатиона, глутатионтрансферазы и глутаредоксина в регуляции редокс-зависимых процессов. *Успехи биологической химии*. 2014. Т. 54. С. 316–324.
185. Zama P., Hatzios K. K. Effects of CGA-92194 on the chemical reactivity of metolachlor with glutathione and metabolism of metolachlor in grain sorghum (*Sorghum bicolor*). *Weed Science*. 1986. 34(6). P. 834–841.
186. Баймухаметова Э. А., Таипова Р. М., Кулуев Б. Р. Глутатион и глутатион-*s*-трансферазы: важнейшие компоненты системы антиоксидантной защиты растений. *Биомика*. 2016. №4. С. 311–322.
187. Хромих Н.О. Зміни активності антиоксидантних ферментів у листках оброблених гербіцидами рослин амброзії полинолистої. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Київ: Логос, 2009. Т. 1. С. 73–77.
188. Dixon D. P., Cummins I., Cole D. J. & Edwards R. 1998. Plant glutathione S-transferases and herbicide detoxification. *Current Opinion in Plant Biology*. 1998. 1(3). P. 258–266.
189. Edwards R., Dixon D. P. The role of glutathione transferases in herbicide metabolism. In Cobb A. H. and Kirkwood R. C. (eds.): *Herbicides and their mechanisms of action*. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000. pp. 38–71.
190. DeRidder B. P., Goldsbrough P. B. Organ-specific expression of glutathione S-transferases and the efficacy of herbicide safeners. *Arabidopsis. Plant Physiology*. 2006. 140(1). P. 167–175.
191. Rochalska M., Grabowska K. Influence of magnetic fields on the activity of enzymes: α - and β - amylase and glutathione S-transferase (GST) in wheat plants.

International Agrophysics. 2007. 21(2) P. 185–188.

192. Россихіна-Галича Г.С., Вінниченко О.М., Лихолат Ю.В. Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів, як показник стресового впливу гербіцидних препаратів на рослини кукурудзи. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. 17(1). С.283–286.
193. Mohamed R. Enan. Genotoxicity of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D): Higher plants as monitoring systems. *Am.–Eurasian J. Sustain. Agric.* 2009. 3(3). P. 452–459.
194. Ершова А. Н., Хрипач В. А. Влияние эпибрасинолида на процессы перекисного окисления липидов *Pisum sativum* в нормальных условиях и при кислородном стрессе. *Физиология растений*. 1996. 43(6).С. 870–873.
195. Россихіна Г. С., Вінниченко О. М. Вплив гербіцидної обробки на ліпопероксидацію і системи її регулювання в зерні кукурудзи. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2004. Вип. 37. С.227–231.
196. Agostinetto D., Perboni L. T., Langaro A. C., Gomes J., Fraga, D. S., Franco, J. J. Changes in photosynthesis and oxidative stress in wheat plants submmited to herbicides application. *Planta Daninha*. 2016. 34(1). P. 1–9.
197. Кобилінська Л. І., Тимочко М. Ф. Роль прооксидантно-антиоксидантного балансу в адаптаційних процесах організму. *Експерим. та клініч. фізіол. біохім.* 2000. 12(4). С. 52–57.
198. Кулинский В. И., Колесниченко Л. С. 1993. Структура, свойства, биологическая роль и регуляция глутатионпероксидазы. *Успехи совр. биол.* 1993. 113(1). С. 107–122.
199. Курганова Л. Н., Веселов А. П., Гончарова Т. А., Синицына Ю. В. Перекисное окиснение липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке. *Физиология растений*. 1997. 44(5). С. 725–730.
200. Калашников Ю. Е., Балахнина Т. И., Бенничелли Р. П. Активность антиокислительной системы и интенсивность перекисного окиснения липидов в

- растениях пшеницы в связи с сортовой устойчивостью к переувлажнению почвы. *Физиология растений*. 1999. 46(2). С. 268–275.
201. Dixon D. P., Edwards R. Glutathione transferases. *The arabidopsis book*. 2010. 8:e0131. doi:10.1199/tab.0131.
202. Yin X. L., Jiang L., Song N. H., Yang H. Toxic reactivity of wheat (*Triticum aestivum*) plants to herbicide isoproturon. *J. Agric. Food. Chem.* 2008. 56(12). P. 4825–4831.
203. Jiang L., Yang, H. Prometryne-induced oxidative stress and impact on antioxidant enzymes in wheat. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2009. 72(6). P. 1687–1693.
204. Song N. H., Zhang S., Hong M., Yang H. Impact of dissolved organic matter on bioavailability of chlorotoluron to wheat. *Environ. Pollut.* 2010. 158(3). P. 906–912.
205. Шорнинг Б. Ю., Смирнова Е. Г., Ягужинский Л.С., Ванюшин Б. Ф. 2000. Необходимость образования супероксида для развития этиолированных проростков пшеницы. *Биохимия*. 2000. 65(12). С. 1612–1618.
206. Білоножко В. Я, Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 7–13.
207. Шевченко Н. В., Погосян С. И., Мерзляк М. Н. Перекисное окисление мембранных липидов при действии на растения галоидфенокислот. *Физиология растений*. 1980. 27(2). С. 363–369.
208. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А., Івасюк Ю. І. Фізіолого-біохімічні механізми інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С.72–75.
209. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Ann. Bot.* 2003. 91. P. 179–194.
210. Asada K. The role of ascorbate peroxidase and monodehydroascorbate

- reductase in H₂O₂ scavenging in plants. In: J. G. Scandalios, eds. *Oxidative Stress and the Molecular Biology of Antioxidant Defenses*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1997. P. 715–735.
211. Пронина Н. Б. Физиолого-биохимические особенности ответных реакций растений на действие гербицидов. Применение пестицидов и их воздействие на сельскохозяйственные культуры и сорные растения при интенсивной химизации сельского хозяйства. М. 1986. С. 49–59.
212. Michałowicz, J and W. Duda. The effects of 2,4,5-trichlorophenol on some antioxidative parameters and the activity of glutathione S-transferase in reed canary grass leaves (*Phalaris arudinacea*). *Pol. J. Environ. Stud.* 2009. 18(5). P. 845–852.
213. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 2002. 7(9). P. 405-410.
214. Дыхательные ферменты / Под ред. В. А. Энгельгардта. М.: Изд-во иностранной литературы. 1952. С. 235–266.
215. Rice-Evans C., Miller N. J., Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 1997. 2(4). P. 152–159.
216. Біланич М. М., Ніколайчук В. І. Дослідження активності каталази при пророщуванні насіння ячменю на різних концентраціях солей кобальту і свинцю. *Науковий вісник Ужгородського університету: Біологія*. 2007. Вип. 20. С. 191–194.
217. Singh S. P., Pandey P., Kumar M., Singh S., Pandey N. S., Srivastva D. Growth and biochemical responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) to different herbicides. *Afric. J. Agric. Res.* 2013. 8(14). P. 1265–1269.
218. Romero-Puertas M. C., Carthy I. M., Gomez M., Sandalio L. M., Corpas F. J., Del Rio L. A., Palma J. M. Reactive oxygen species-mediated enzymatic systems involved in the oxidative action of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Plant Cell Environ.* 2004, 27(9). P. 1135–1148.

219. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2013. № 83. С. 19–25.
220. Карпенко В. П. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів і регулятора росту рослин *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2010. Вип. 74. С. 64–71.
221. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В. Формування продуктивності пшениці озимої залежно від умов вирощування в Південному Степу. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*. 2015. № 4. С. 46–53.
222. Рябчун Н. І., Погорелов О. С., Четверик О. М. Спосіб визначення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 139–143.
223. Рябчун Н. І. Фотосинтез та врожайність зернових культур [Електронний ресурс]: Пропозиція. 2013. URL: <http://propozitsiya.com/ua/fotosintez-ta-vrozhaynist-zernovih-kultur>.
224. Паршина З. С., Паршина Г. Н. Пигменты и фотохимическая активность хлоропластов озимой пшеницы. Алма-Ата: Наука, 1983. 140 с.
225. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. *Физиология растений*. 2011. 58(1). С. 58–66.
226. Гуляев Б.І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. 2001. № 1. С. 60–74.
227. Kuiper P. J. C. Adaptation mechanisms of green plants to environmental stress of life. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1998. 851(1). P. 209–215.
228. Лебедева Т. С., Сытник К. М. Пигменты растительного мира. Киев: Наук.

думка, 1986. 87 с.

229. Рубин А.Б., Венедиктов П.С., Кренделева Т.Е., Пашенко В.З. Регуляция первичных стадий фотосинтеза при изменении физиологического состояния растений. Фотосинтез и продукционный процесс. М.: Наука, 1989. С. 29–39.
230. Заболотний О. І., Заболотна А. В., Леонтьюк І. Б., Розборська Л. В., Голодрига О. В. Формування врожайності посівів кукурудзи на зерно при застосуванні гербіциду Люмакс. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т.1. С. 99–107.
231. Карпенко В. П. Фотосинтетична активність посівів ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань, 2011 С. 51–53.
232. Екмексі У., Терзіоглу С. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. 83(2–3). P. 69–81.
233. Пономаренко С. П. Регулятори роста растений. Киев, 2003. 319 с.
234. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука. 2002. 135 с.
235. Підан Л. Ф. Фізіологічне обґрунтування застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах соняшника в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.12. Умань, 2017. 20 с.
236. Nabiha B., Reda D. M., Nouredine Z., Houria B. Differential response to treatment with herbicide chevalier induced oxidative stress in leaves of wheat. *Ann. Biol. Res.* 2014. 5(3). P. 1–7.
237. Андрійченко Л.В. Фотосинтетична діяльність посівів ярої пшениці залежно від умов мінерального живлення та сорту. *Наукові праці. Серія екологія*. 2008. 78(65). С.42–45.
238. Блажкевич Л.Ю., Кравченко Л.О. Фотосинтетична діяльність посівів тритикале ярого залежно від систем удобрення та захисту. *Збірник наукових*

- праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”. 2010. Вип. 1–2. С.91–96.
239. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы. М.: Колос, 1980. 205 с.
240. Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: методы и задачи учета в связи с формированием урожаев. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 133 с.
241. Рудник-Іващенко О. І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. 2009. 3(15). С. 1–10.
242. 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.
243. 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.
244. 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.
245. 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.
246. 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.
247. 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.
248. 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.
249. 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.
250. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Вміст малонового діальдегіду 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.
251. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О. Теоретичне обґрунтування дії гербіцидів на чутливі і стійкі до них рослини залежно від умов їх застосування та розробка екологічно-безпечних заходів боротьби з бур'янами. *Збірник наукових праць присвячений 100 річчю з дня народження С. С. Рубіна*. Умань. УСГА. 2000. С. 142–147.
252. Лушникова Т.А. Изменение анатомических и физиологических показателей яровой мягкой пшеницы сорта Жигулевская в условиях засухи. *Вестник Курганского государственного университета*. 2012. 3(25). С.70–77.

253. Hetherington A. M., Woodward F. I. The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature*. 2003. 424: 901–908.
254. Чернега А.О. Біологічні процеси і продуктивність посівів ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 та регулятора росту рослин Біолан: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.12 Умань, 2012. 20 с.
255. Грицаєнко З. М. Підан Л. Ф. Анатомо-морфологічні зміни в листках соняшника за комплексної дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 2. С. 76–79.
256. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомо-морфологічні зміни листової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. 1(94). С.264–274.
257. Silva J. F., Ferreira L. R., Ferreira F. A. Herbicidas: absorcao, translocacao, metabolismo, formulacao e misturas. In: A. A. Silva & J. F. Silva (Eds.) *Topicos em manejo de plantas daninhas*. 2007. Viçosa, Editora UFV. P 149–188.
258. Kamble S. I. Effect of agrochemical (2,4-D) on anatomical aspects of *Cassia tora* Linn. *Biosci. Biotech. Res. Asia*. 2013. 10(2). P. 885–889.
259. Kamble S. I. Effect of spray application of 2,4-D on anatomical characters of *Hibiscus cannabinus* L. *Biosci. Biotech. Res. Asia*. 2008. 5(1). P. 401–406.
260. Guh J. O., Kuk Y. I. Difference in absorption and anatomical responses to protoporphyrinogen oxidaseinhibiting herbicides in wheat and barley. *Korean J. Crop Sci*. 1997. 42(1). P.68–78.
261. Marques R. P., Rodella R. A., Martins D. Characteristics of the leaf anatomy of Surinam grass and Alexandergrass related to sensitivity to herbicides. *Planta Daninha*. 2012. 30(4). P. 809–816.
262. Білоножко В. Я., Карпенко В. П. Анатомічна структура епідермісу листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду Лінтур і його бакових сумішей із біопрепаратом АГАТ–25К. *Вісник Полтавської державної аграрної*

академії. 2009. № 1. С.5–8.

263. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Анатомічна будова рослин кукурудзи при дії Базису 75, Зеастимуліну і Рексоліну. *Аграрна наука і освіта XXI століття*: матеріали Міжнародної наукової конференції. Умань, 2006. С. 24–26.
264. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Анатомо-морфологічна будова листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і рістрегуляторів. *Сучасна фітофармакологія*: матеріали I Міжнародної наукової конференції, 24–26 квітня 2012 р., м. Львів. Львів, 2012. С. 253–255.
265. Александров В. Г. *Анатомия растений*. М.: Высшая школа, 1966. 431 с.
266. Когут І. М. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин озимої пшениці залежно від попередників та сорту [Електронний ресурс]: Наукові конференції, Научные конференции » Соціум. Наука. Культура. (28-30.01.2014). 2014. URL: <http://int-konf.org/konf012014/679-kandidat-s-g-nauk-kogut-m-ploscha-listovoyi-poverhn-ta-fotosintetichniy-potencal-roslin-ozimoyi-pshenic-zalezho-vd-poperednikv-ta-sortu.html>.
267. Серєда І. І. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН*. 2011. № 40. С. 144–147.
268. Соколовська-Сергієнко О. Г., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатованим мікродобривом і стимулятором росту. *Физиология растений и генетика*. 2015. № 4. С. 321–329.
269. Рожков А. О. Показники фотосинтетичного потенціалу пшениці ярої залежно від впливу способів сівби та норм висіву. *Агробіологія*. 2014. № 2. С.68–73.
270. Білоножко М. А., Калівошко М. Ф. Фотосинтез і продуктивність інтенсивних сортів озимої пшениці залежно від удобрення. *Вісник с.-г. науки*. 1979. № 5. С. 18–20.

271. Замараев А.Г., Чаповская Г.В., Смоленцев В.Б. Фотосинтетическая деятельность озимой пшеницы при различном уровне минерального питания. *Известия ТСХА*. 1986. № 1. С. 45–52.
272. Гриник І. В. Вплив попередників та системи удобрення на врожай та якість озимої і ярої пшениці в умовах Полісся: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2000. 13 с.
273. Ван дер Вин Р., Мейер Г. Свет и рост растений. М.: Сельхозиздат. 1962. 200 с.
274. Лебедев С. И. Физиолого-биохимические изменения у растений озимой пшеницы при разных условиях произрастания. *Вопросы физиологии пшеницы*. Кишинев, 1981. С.36–40.
275. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза. М., 1982. 318 с.
276. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів: НВФ "Українські технології", 2006. 216 с.
277. Закордонець В. А., Чайка Ю. Г., Лепьошкін І. В. та ін. Роль біометричних показників сільгоспкультур в еколого-гігієнічний оцінці та експертизі технології застосування пестицидів. *Современные проблемы токсикологии*. 2008. №1. С. 46–52.
278. Орлюк А.П., Гончар О.М., Усик Л.О. Генетичні маркери пшениці. К: Алефа, 2006. 144 с.
279. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Методика /П. В. Дацюк и др. Рязань: НИПТИ АПК, 2007. 38 с.
280. Kandil H., Ibrahim S. A. Influence of some selective herbicides on growth, yield and nutrients content of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 2011. 1(1). P. 201–207.
281. Soltani N., Shropshire C., Sikkema P. H. Responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to autumn applied post-emergence herbicides. *Crop Prot.* 2006. 25(4).

- P. 346–349.
282. Припуляк Р. М. Вплив гербіцидів і біостимулятора росту радостиму на висоту рослин озимого тритикале. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2005. С. 58–59.
283. Martin D. A., Miller S. D., Alley H. P. Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages. *Weed Technol.* 1989. 3(1). P. 90–94.
284. Turk M. A., Tawaha A. M. Wheat response to 2,4-D application at two growth stages under semi-arid conditions. *Acta. Agron. Hung.* 2001. 49(4). P. 387–391.
285. Leaden M. I., Lozano C. M., Monterubbianesi M. G., Abello E.V. Spring wheat tolerance to DE-750 applications at different growth stages. *Weed Technol.* 2007. 21(2). P. 406–410.
286. Imran A., Shafi J., Akbar N., Ahmad W., Ali M., Tariq S. Response of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to different tillage practices grown under rice-wheat cropping system. *Universal J. Plant Sci.* 2013. 1(4). P. 125–131.
287. Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Грабовський П. В. Вплив умов вологозабезпечення та фону мінерального живлення на динаміку накопичення сирої маси та сухої речовини рослинами пшениці твердої озимої. *Зрошуване землеробство.* 2011. Вип. 55. С.70–78.
288. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза. М.: МГУ, 1973. с. 5–28.
289. Protic R., Markovic M., Protic N., Alekscic G., Jancovic S. Influence of herbicides on biological properties, mass 1000 grains and grain yield of winter wheat. *Roumanian Biotechnological Letters.* 2006. 11(3). P. 2761–2765.
290. Arora S., Sahni D. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity –An overview. *J App. Nat. Sci.* 2016. 8(2). P. 1126-1132.
291. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Мікробіологічна активність ґрунту при застосуванні гербіциду Мерлін. *Молодий вчений.* 2004. № 2. С. 16–20.

292. Грицаєнко З. М., Леонтюк І. Б. Біологічна активність ґрунту в посівах озимої пшениці в залежності від дії гербіцидів внесених окремо і сумісно з біостимуляторами росту. *Збірник наукових праць Уманської ДДА*. Вип. 64. 2001. С. 101–105.
293. Волкогон В. В. Влияние стимуляторов роста растений на активность процесса ассоциативной азотфиксации. *Микробиол. журн.* 1997. № 4. С. 70–78.
294. Locke M. A., Zablotowicz R. M. Pesticides in Soil – Benefits and limitations to soil health. In: *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture* (P. Schjonning, S. Elmholt, B.T. Christensen, Eds.). Tjele: CABI Publishing, 2003. 368 p.
295. Kumar A., Nayak A. K., Shukla A. K., Panda B. B., Raja R., Shahid M., Tripathi R., Mohanty S., Rath P. C. Microbial biomass and carbon mineralization in agricultural soils as affected by pesticide addition. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2012. 88(4). P. 538–542.
296. Kumar V. A review on efficacy of biopesticides to control the agricultural insect's pest. *International Journal of Agricultural Science Research.* 2015. 4(9). P. 168–179.
297. Handa S. K., Agnihotri N. P., Kulshreshtha G. Pesticide residues; significance, management and analysis. Texas: Research Periodicals and Book Publishing House, 1999. pp. 184–198.
298. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T., Landi L., Pietramellara G., Renella G. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil Sci.* 2003. 54(4). P. 655–670.
299. Jones W. J., Ananyeva N. D. Correlations between pesticide transformation rate and microbial respiration activity in soil of different ecosystems. *Biol. Fertil. Soils.* 2001. 33(6). P. 477–483.
300. Powlson D. S. The soil microbial biomass: before, beyond and back. In: Dighton, J., Giller, K.E., Ritz, K. (eds). *Beyond the biomass*. Chichester: Joh Wiley and Sons Ltd., 1994. P. 3–20.

301. Бровко І. С. Функціонування мікробіоти ґрунту за дії гербіцидів: автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.16. Київ, 2017. 20 с.
302. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 46–52.
303. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біологічний чинник впливу на рослини. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. № 15–16. С. 7–28.
304. Зайцева Г. Н. Биохимия азотобактера М.: Наука, 1965. 303 с.
305. Рубенчик Л. И. Физиология азотобактера. Успехи микробиологии. М.: Наука, 1965. С. 126–144.
306. Грицаєнко З.М., Волошина Л.Г. Азотфіксувальні бактерії ризосфери пшениці озимої залежно від дії біологічно активних препаратів на фоні різних попередників. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 82. С.51–56.
307. Грицаєнко З.М., Карпенко В. П. Сумісне застосування гербіцидів і регуляторів росту в посівах озимої пшениці та кукурудзи. *Пропозиція*. 2002. № 4. С. 73.
308. 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>
309. 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 агроєкосистем: матеріали III Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.

310. 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.
311. Karkanis A., Travlos I. S., Bilalis D. J., Tabaxi E. I. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe. In Travlos I. S., Bilalis D. J., Chachalis D. (eds): *Weed and pest control: Molecular biology, practices and environmental impact*. 2016. Nova Science Publishers, Inc. USA, pp. 1–15.
312. Khan I., Hassan G., Marwat K. B. Efficacy of different herbicides for controlling weeds in wheat crop – ii weed dynamics and herbicides. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 2002. № 8. P. 41–47.
313. Olesen J. E., Hansen P. K., Berntsen J., Christensen S. Simulation of above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. *Field Cro. Res.* 2004. № 89. P. 263–280.
314. Siddiqui I., Bajwa R., Huma Z. E., Javaid A. Effect of six problematic weeds on growth and yield of wheat. *Pak. J. Bot.* 2010. 42(4). P. 2461–2471.
315. Reddy S. R. Principles of crop production. New Delhi: Kalyani publishers, 200. P. 446–447.
316. Gao X., Li M., Gao Z., Li C., Sun, Z. Allelopathic effects of *hemistepta lyrata* on the germination and growth of wheat, sorghum, cucumber, rape, and radish seeds. *Weed Bio. Man.* 2009. №9. P. 243–249.
317. Bertholdsson N. O. Allelopathy – a tool to improve the weed competitive ability of wheat with herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Agronomy.* 2012. №2. P. 284–294.

318. Zhang S. Z., Li, Y. H., Kong C. H., Xub X. H. Interference of allelopathic wheat with different weeds. *Pest Man. Sci.* 2016. № 72. P. 172–178.
319. Capinera J. L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. *Weed Sci.* 2005. 53(6). P. 892–901.
320. Конищева В. А. Агротехнические приемы регулирования вредоносности сорных растений в условиях лесостепной зоны Северного Зауралья: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01. Тюмень, 2012. 23 с.
321. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.
322. Ahmad R., Shaikh A. S. Common weeds of wheat and their control. *Pak. J. Water Resour.* 2003. 7(1). P. 73-76.
323. Marwat K. B., Seed M., Hussain Z., Gul B., Rashid H. Study of various herbicides for weed control in wheat under irrigated conditions. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 2008. 14(1–2). P. 1–8.
324. Bibi S., Marwat K. B., Hassan G., Khan N. M. Effect of herbicides and wheat population on control of weeds in wheat. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 2008. 14(3–4). P. 111–119.
325. Nazari A. J, Amiri H., Javadi M., Gohlami M. Efficiency of different herbicides application for weed control in wheat under rain fed conditions in Iran. *International Journal Agri. and Cro. Sci.* 2013. 5(5). P. 445–449.
326. Frihauf J. C., Stahlman P. W., Geier P. W. Winter wheat and weed response to postemergence saflufenacil alone and in mixtures. *Weed Tech.* 2010. 24(3). P. 262–268.
327. Geier P. W., Stahlman P. W., Peterson D. E., Claassen M. M. Pyroxulam compared with competitive standards for efficacy in winter wheat. *Weed Tech.* 2011. 25(3). P. 316–321.
328. Sheikhhasan M. R.V., Mirshekari B., Farahvash F. Weed control in wheat fields by limited dose of post-emergence herbicides. *World App. Sci. J.* 2012. 16(9).

P. 1243–1246.

329. Mandal M. S. H., Ali M. H., Amin A. K. M. R., Masum, S.M., Mehraj H. Assessment of different weed control methods on growth and yield of wheat. *Int. Agr. and Agr. Res.* 2014. 5(5). P. 65–73.
330. Mehmood Z., Ashiq M., Noorka I. R., Ali A., Tabasum S., Iqbal M. S. Chemical control of monocot weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.). *American J. Pla. Sci.* 2014. 5(9). P. 1272–1276.
331. Mehmeti A., Pacanoski Z., Fetahaj R., Kika A., Kabashi B. Weed control in wheat with post-emergence herbicides. *Bul. J. Agric. Sci.* 2018. 24(1). P.74–79.
332. Hesammi E. Evaluation of herbicides nicosulphron and glayphusit on some weeds. *Advances in Environmental Biology.* 2011 №5. P. 2680–2682.
333. Жеребко, В.М. 2007. Гербіциди в інтегрованому захисті. *Карантин і захист рослин.* № 7. С. 12–13.
334. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Кваша Н. Л. Ефективність сумісного застосування гербіцидів і біостимуляторів росту в посівах кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманської ДДА.* 2001. Вип. 51. С. 27–29.
335. Карпенко В.П., Грицаєнко З.М. Забур'яненість посівів ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів. *Вісник Харківського НАУ.* 2011. № 6. С.27–32.
336. Kumar S., Singh A. K. A review on herbicide 2,4-D damage reports in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Chem. Pharm. Res.* 2012. 2(6). P. 118-124.
337. Salama S. M. Effects of hand weeding and some herbicides on wheat plants and its associated weeds. *Weeds J. Agric. Sci.* 2004. 29(4). P. 1801–1812.
338. Weiner J., Griepentrog H. W., Kristensen L. Suppression of weeds by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. *J. App. Ecol.* 2001. 38(4). P. 784–790.
339. Fahad S., Hussain S., Chauhan B. S., Saud S., Wu C., Hassan S, Tanveer M., Jan A., Huang J. Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row

- spacing and weed emergence times. *Crop Protection*. 2015. № 71. P. 101-108.
340. Milberg P., Hallgren E. Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden. *Field Cro. Res.* 2004. № 86. P. 199–209.
341. Zand E., Baghestani M. A., Soufizadeh S., Eskandari A., Azar R. P., Veysi M. Evaluation of some newly registered herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop Protection*. 2007. № 26. P. 1349–1358.
342. Rao A. N., Chauhan B. S. Weeds and Weed Management in India – A Review. Chapter 4. *Weed Science in the Asian-Pacific Region*. 2015. P. 87–118.
343. Waheed A., Qureshi R., Jakhar G. S., Tareen H. Weed community dynamics in wheat crop of District Rahim Yar Khan, Pakistan. *Pak. J. Bot.* 2009, 41(1). P. 247-254.
344. Манько Ю.П., Веселовський І.В., Орел Л.В., Танчик С.П. Бур'яни та заходи боротьби з ними. К.: Учбово-методичний центр Мінагропрому України, 1988. 240 с.
345. Асмус А.А., Подсевалов М. И., Михлеев В. И. Экономические пороги вредоносности подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.) в агрофитоценозах с озимой пшеницей в условиях лесостепи Поволжья. *Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы*: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Саратов, 2007. С. 10–13.
346. Majeed A., Sadiq M., Hussain M.. 1998. Effectiveness of different rates of post-emergence herbicide in wheat (*Triticum aestivum*). *Pak. J. Biol. Sci.* 1998. 1(3). P. 152–153.
347. Singh R. 2014. Evaluation of different herbicides with NPK on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in field trial of Aligarh Soil. *Intr. J. Sci. Res.* 2014. 3(9). P. 2334–2336.
348. Soltani N., Shropshire C., Sikkema P. H. Responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to autumn applied post-emergence herbicides. *Crop Prot.* 2006. 25(4). P. 346–349.

349. Dastgheib F. R., Field J., Narajou S. 1994. The mechanism of differential response of wheat cultivars to chlorsulfuron. *Weed Res.* 1994. 34(4). P. 299–308.
350. Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2010. 6(42). С. 463–474.
351. Корхова М.М. Урожайність та якість зерна пшениці озимої за вирощування в умовах Південного Степу України . *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 4. С.82–86.
352. Герман М. М., Маренич М. М. Якість зерна пшениці м'якої озимої та шляхи її підвищення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2013. № 4. С. 19–22.
353. Malecka S., Bremanis G. Effectivity of reduced dosages of herbicides to weed constitution of spring barley. *Agronomy Research.* 2006. № 4. P. 287–292.
354. Ozpinar S. Effects of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the mediterranean dryland conditions. *Soil and Till. Res.* 2006. 87(1). P. 1–8.
355. Фисюнов А. В. Сорные растения . М.: Колос, 1984. 320 с.
356. Punia S. S., Hooda R. S., Malik R. K., Singh B. P. Response of varying doses of tribenuron-methyl on weed control in wheat. *Haryana Agric. Univ. J. Res.* 1996. 26(4). P. 243–248.
357. Khan I., Hassan G., Khan M. I. Effect of interaction between herbicides and oat genotypes on yield and yield components of wheat. *Sarhad J. Agric.* 2007. 24(1). P. 93–99.
358. Кір'ян В. М. Оцінка вихідного матеріалу пшениці озимої м'якої за ознаками якості зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2010. № 2. С. 35–40.
359. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа, 1994. С. 136–153.

360. Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М., Петрунів І. І. Економічна ефективність тривалого застосування добрив і вапна в сівозміні на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. 1(51). С.30–36.
361. Чучвага І. Г., Халеп Ю.М. Економічна та енергетична ефективність застосування Діазобактерину та мінеральних добрив у технології вирощування жита озимого. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С.53–60.
362. Ольховіков О. В. Основи економіки агропромислового виробництва. К.: Педагогічна преса, 2005. 320 с.
363. Жученко А. А. Главные приоритеты адаптации растениеводства к неблагоприятным погодным условиям. Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях. Орел: Орел ГАУ, 2005. С. 6–12.
364. Золотухіна З.В., Калитка В.В. Оцінка економічної та біоенергетичної ефективності вирощування озимої пшениці з використанням регулятора росту АКМ. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 2. С.89–94.
365. Розборська Л. В., Леонтюк І. Б., Голодрига О. В., Заболотний О. І. Продуктивність та економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від застосування різних норм гербіциду в поєднанні з регулятором росту рослин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1 (88). С.67–76.
366. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Ефективність застосування біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур і їх сумішей з гербіцидами. Посібник українського хлібороба. Спеціальний випуск «Рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності». К. : АКАДЕМПРЕС, 2009. С. 83–94.
367. Гамуєв В. В., Рябчинский А. В., Злотников А. К., Шуляковская Л. Н., Апасов И. В. Альбит в качестве антидота при использовании с гербицидами.

Защита и карантин растений. 2007. № 7. С. 25–27.

368. Дубачинский С. Н., Дубачинская Н. Н. Экономическая оценка применения гербицидов при производстве яровой пшеницы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. 3.(27). С. 150–154.
369. Ashiq M., Nayyar M. N., Ahmed J. Weed control handbook. Directorate of agronomy, Ayub Agriculture Research Institute, Faisalabad. 2003.
370. Mithila J., Hall J. C., Johnson W. G., Kelley K.B., Riechers D. E. Evolution of resistance to auxinic herbicides: Historical perspectives, mechanisms of resistance, and implications for broadleaf weed management in agronomic crops. *Weed Sci*. 2011. 59(4). P. 445–457.
371. Перебийніс В. І., Федірець О. В. Енергетичний фактор забезпечення конкурентоспроможності продукції: монографія. Полтава: ПУЕТ, 2012. 190 с.
372. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за використання гербициду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Vita. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. № 2 (29). С.25–32.
373. Павлишин С. В. Перспективи інтегрованого застосування гербицидів і регуляторів росту рослин в посівах пшениці полби звичайної. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, приуроченої 115-річчю від дня народження видатного селекціонера пловоода Д. С. Дуки, 10–11 травня 2017 р. Умань, 2017. С.65–66.
374. Павлишин С. В. Ефективність застосування гербициду 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.
375. Павлишин С. В., Коханівська С. В. Урожайність пшениці полби звичайної за дії гербициду 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.

376. Павлишин С. В., Коханівська С. В. Вміст білка у зерні пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БЮ 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.*

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Активність каталази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, фаза виходу рослин у трубку, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	74,1	85,3	116,5	92,0
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	77,6	89,5	123,7	96,9
Пріма Форте 0,5 л/га	93,4	96,0	136,3	108,6
Пріма Форте 0,6 л/га	98,2	101,2	138,4	112,6
Пріма Форте 0,7 л/га	103,7	106,7	139,6	116,7
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	88,5	92,1	126,5	102,4
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	102,9	108,1	141,4	117,5
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	107,3	114,9	145,8	122,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	115,2	122,4	149,0	128,9
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	78,4	91,7	119,8	96,6
Фон + ручні прополювання	81,0	92,5	125,1	99,5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	96,2	99,7	146,2	114,0
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	101,6	105,3	149,3	118,7
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	107,8	114,1	154,1	125,3
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	94,2	97,9	129,5	107,2
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	118,3	131,5	161,6	137,1
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	125,7	133,8	163,8	141,1
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	131,2	136,0	166,1	144,4
<i>HIP₀₅</i>	5,0	5,3	6,7	–

Активність каталази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita, фаза колосіння, мкМоль розкладеного H₂O₂/г сирої речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	83,5	92,7	119,8	98,7
Ручні прополювання впродовж (контроль II)	75,9	83,2	124,6	94,6
Пріма Форте 0,5 л/га	89,2	88,3	139,5	105,7
Пріма Форте 0,6 л/га	96,3	90,2	141,7	109,4
Пріма Форте 0,7 л/га	101,0	98,4	143,0	114,1
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	89,2	95,0	128,1	104,1
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	101,6	110,4	137,6	116,5
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	105,8	117,2	139,0	120,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	111,7	126,7	143,7	127,4
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	81,2	94,1	121,2	98,8
Фон + ручні прополювання	79,5	96,0	126,5	100,7
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	93,4	103,2	144,1	113,6
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	99,1	106,8	146,8	117,6
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	105,9	109,7	149,1	121,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	97,1	103,1	134,3	111,5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	114,6	119,7	152,8	129,0
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	119,0	125,4	156,2	133,5
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	126,2	131,3	159,4	139,0
<i>HIP₀₅</i>	4,9	5,3	7,0	–

Активність пероксидази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, фаза виходу рослин у трубку, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	89,1	92,2	194,2	125,2
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	93,6	94,5	208,6	132,2
Пріма Форте 0,5 л/га	105,2	108,8	217,2	143,7
Пріма Форте 0,6 л/га	108,3	110,9	241,7	153,6
Пріма Форте 0,7 л/га	123,5	118,4	283,2	175,0
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	101,8	96,3	235,7	144,6
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	112,9	116,2	322,2	183,8
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	115,7	121,0	362,5	199,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	132,0	136,7	341,3	203,3
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	92,5	95,3	199,1	129,0
Фон + ручні прополювання	95,8	98,7	215,2	136,6
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	110,3	115,1	309,6	178,3
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	121,2	117,4	374,4	204,3
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	139,4	143,6	332,6	205,2
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	108,1	103,2	318,5	176,6
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	137,2	146,5	347,4	210,4
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	149,3	148,9	373,2	223,8
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	156,3	160,1	353,9	223,4
<i>НІР₀₅</i>	5,8	5,9	14,5	–

Активність пероксидази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, фаза колосіння, мкМоль окисненого гваяколу/г сирієї речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	92,8	108,1	198,1	133,0
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	96,1	110,5	205,9	137,5
Пріма Форте 0,5 л/га	107,9	113,1	212,2	144,4
Пріма Форте 0,6 л/га	111,2	116,5	230,4	152,7
Пріма Форте 0,7 л/га	126,1	122,0	270,1	172,7
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	104,5	99,4	223,1	142,3
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	110,9	118,9	314,4	181,4
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	112,3	125,1	358,6	198,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	126,0	139,7	352,2	206,0
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	96,4	102,4	197,8	132,2
Фон + ручні прополювання	99,2	104,6	207,4	137,1
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	109,1	117,9	296,3	174,4
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	117,3	120,7	362,2	200,1
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	131,1	135,3	322,8	196,4
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	112,6	105	321,3	179,6
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	136,4	135,9	338,2	203,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	146,0	139,1	362,0	215,7
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	152,1	145,4	344,6	214,0
<i>НІР₀₅</i>	5,7	6,0	14,2	–

Таблиця А.5

Активність поліфенолоксидази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і PPP Вуксал БІО Vita, фаза виходу рослин у трубку, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	17,5	19,3	16,2	17,7
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	18,2	20,6	18,3	19,0
Пріма Форте 0,5 л/га	19,9	21,2	19,7	20,3
Пріма Форте 0,6 л/га	20,4	22,2	22,3	21,6
Пріма Форте 0,7 л/га	21,7	23,9	23,7	23,1
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18,6	19,7	19,2	19,2
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	20,8	23,6	24,8	23,1
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,1	24,5	25,5	23,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	22,3	25,8	28,3	25,5
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	17,8	21,3	19,5	19,5
Фон + ручні прополювання	18,7	22,4	20,1	20,4
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	22,0	23,8	21,6	22,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	23,5	24,6	22,4	23,5
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	24,1	25,2	23,1	24,1
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	19,2	21,0	20,0	20,1
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	23,1	24,0	29,7	25,6
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	24,8	25,6	30,3	26,9
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	25,9	27,1	32,0	28,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>1,2</i>	<i>1,2</i>	–

Активність поліфенолоксидази у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, фаза колосіння, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої речовини за 1 хв.

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	15,2	18,5	14,9	16,2
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	16,4	19,2	16,2	17,3
Пріма Форте 0,5 л/га	17,8	20,4	18,9	19,0
Пріма Форте 0,6 л/га	18,2	21,8	21,0	20,3
Пріма Форте 0,7 л/га	19,9	23,0	22,5	21,8
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	16,7	18,8	18,3	17,9
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	19,3	22	23,7	21,7
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	20,6	23,4	24,9	23,0
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,2	24,7	27,5	24,5
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	17,1	20,2	18,0	18,4
Фон + ручні прополювання	18,2	21,5	19,6	19,8
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	20,9	22,6	20,9	21,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	22,6	23,9	21,6	22,7
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	23,1	24,8	22,4	23,4
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18,3	20,5	19,2	19,3
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	22,9	23,6	28,8	25,1
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	23,7	24,9	29,1	25,9
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	25,1	26,4	31,5	27,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,0</i>	<i>1,1</i>	<i>1,1</i>	–

Додаток Б

Таблиця Б.1

Вплив гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita на чисту продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної, фаза виходу в трубку – колосіння

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	2,96	3,79	4,07	3,61
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	3,02	3,95	4,13	3,70
Пріма Форте 195 0,5 л/га	3,13	4,19	4,26	3,86
Пріма Форте 195 0,6 л/га	3,24	4,27	4,31	3,94
Пріма Форте 195 0,7 л/га	3,09	4,11	4,22	3,81
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,06	4,42	4,17	3,88
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,31	4,59	4,46	4,12
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,34	4,63	4,51	4,16
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,27	4,47	4,39	4,04
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	2,98	3,84	4,12	3,65
Фон + ручні прополювання	3,04	4,02	4,19	3,75
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	3,21	4,49	4,35	4,02
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	3,26	4,67	4,38	4,10
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	3,17	4,42	4,34	3,98
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,10	4,49	4,22	3,94
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,77	4,78	4,89	4,48
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,82	4,95	5,01	4,59
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,69	4,69	4,82	4,40
<i>HIP₀₅</i>	0,16	0,22	0,24	–

Додаток В

Таблиця В.1

**Анатомічна структура епідермісу листкового апарату пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita
(фаза колосіння, 2017 р.)**

Варіант досліджу	Кількість клітин у полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль I)	326	80,9	9,8	793	1,00
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	223	107,1	12,1	1296	0,68
Пріма Форте 195 0,5 л/га	262	95,2	12,8	1219	0,80
Пріма Форте 195 0,6 л/га	274	92,3	13,0	1200	0,84
Пріма Форте 195 0,7 л/га	285	88,3	12,3	1086	0,87
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	262	82,5	11,0	908	0,80
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	259	104,7	13,1	1372	0,79
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	264	101,0	12,4	1252	0,81
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	271	99,6	12,0	1195	0,83
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	309	83,4	13,1	1093	0,95
Фон + ручні прополювання	214	109,2	14,0	1529	0,66
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	254	98,7	13,2	1303	0,78
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	260	94,1	13,4	1261	0,80
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	263	91,5	12,8	1171	0,81
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	292	84,9	11,7	993	0,90
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	238	110,0	14,2	1562	0,73
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	244	104,1	13,5	1405	0,75
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	253	103,5	12,8	1325	0,78
<i>HIP₀₅</i>	<i>13</i>	<i>4,8</i>	<i>0,6</i>	<i>61</i>	–

**Анатомічна структура епідермісу листкового апарату пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita
(фаза колосіння, 2018 р.)**

Варіант досліджу	Кількість клітин у полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль I)	279	94,1	10,6	997	1,00
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	219	122,4	17,6	2154	0,78
Пріма Форте 195 0,5 л/га	229	103,1	12,4	1278	0,82
Пріма Форте 195 0,6 л/га	236	100,2	12,0	1202	0,85
Пріма Форте 195 0,7 л/га	244	98,5	11,7	1152	0,87
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	253	97,2	11,3	1098	0,91
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	182	112,4	13,7	1540	0,65
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	194	111,7	13,1	1463	0,70
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	204	109,5	12,6	1380	0,73
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га (фон)	254	96,3	10,4	1002	0,91
Фон + ручні прополювання	182	127,5	17,2	2193	0,65
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	207	107,4	13,3	1428	0,74
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	219	105,0	12,7	1334	0,78
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	231	102,4	12,1	1239	0,83
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	241	98,0	11,3	1107	0,86
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	154	121,7	15,60	1899	0,55
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	167	116,3	14,1	1640	0,60
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	179	113,8	13,4	1525	0,64
<i>HIP₀₅</i>	11	5,4	0,5	71	–

**Анатомічна структура епідермісу листкового апарату пшениці полби
звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita
(фаза колосіння, 2019 р.)**

Варіант досліджу	Кількість клітин у полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без застосування препаратів (контроль I)	165	112,2	9,4	1055	1,00
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	103	124,5	13,8	1718	0,62
Пріма Форте 195 0,5 л/га	114	121,0	13,2	1597	0,69
Пріма Форте 195 0,6 л/га	119	118,5	12,4	1469	0,72
Пріма Форте 195 0,7 л/га	126	116,9	12,1	1414	0,76
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	152	116,8	11,6	1355	0,92
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	128	129,1	14,5	1872	0,78
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	113	126,5	13,7	1733	0,68
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	119	123,2	13,3	1639	0,72
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	163	114,6	11,2	1284	0,99
Фон + ручні прополювання	98	141,0	16,1	2270	0,59
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	113	127,1	14,8	1881	0,68
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	116	126,2	14,3	1805	0,70
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	122	123,4	13,4	1654	0,74
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	158	120,2	13,0	1563	0,96
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	107	137,1	16,3	2235	0,65
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	110	134,5	15,2	2044	0,67
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	122	132,6	14,8	1962	0,74
<i>НІР₀₅</i>	6	6,2	0,7	85	–

Додаток Г

Таблиця Г.1

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
РРР Вуксал БІО Vita на площу листового апарату пшениці полби
звичайної, тис. м²/га (фаза виходу в трубку)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	17,5	19,4	23,3	20,1
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	18,7	22,1	24,1	21,6
Пріма Форте 0,5 л/га	18,2	21,5	23,9	21,2
Пріма Форте 0,6 л/га	18,6	21,7	24,4	21,6
Пріма Форте 0,7 л/га	18,0	21,0	23,7	20,9
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	17,8	20,3	23,6	20,6
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	19,1	22,4	24,9	22,1
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	19,4	22,8	24,9	22,4
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	18,8	22,2	24,7	21,9
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	18,1	19,9	23,5	20,5
Фон + ручні прополювання	19,1	23,4	24,4	22,3
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	18,7	23,5	24,1	22,1
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	18,7	24,0	24,6	22,4
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	18,2	23,2	24,0	21,8
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	17,9	22,9	23,8	21,5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,5	24,7	26,3	24,2
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,8	24,6	26,1	24,2
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21,3	23,9	25,8	23,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,9</i>	<i>1,1</i>	<i>1,2</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на площу листкового апарату пшениці полби
звичайної, тис. м²/га (фаза колосіння)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	28,5	31,5	35,5	31,8
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	29,6	33,1	36,4	33,0
Пріма Форте 0,5 л/га	29,4	32,9	36,2	32,8
Пріма Форте 0,6 л/га	29,5	32,7	36,0	32,7
Пріма Форте 0,7 л/га	29,3	32,3	35,9	32,5
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	29,1	31,8	35,7	32,2
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31,6	35,4	37,1	34,7
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31,4	35,3	36,8	34,5
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31,0	35,0	36,7	34,2
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	29,2	31,9	35,6	32,2
Фон + ручні прополювання	30,5	33,6	36,5	33,5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	30,7	34,9	37,8	34,5
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	30,5	34,6	37,8	34,3
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	29,9	34,3	37,4	33,9
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	29,5	32,1	35,8	32,5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	33,1	36,3	39,6	36,3
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	32,8	36,1	39,3	36,1
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	32,3	35,7	38,7	35,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,5</i>	<i>1,7</i>	<i>1,9</i>	–

Додаток Д

Таблиця Д.1

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на висоту рослин пшениці полби звичайної,
см (фаза виходу в трубку)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	32,1	38,0	42,3	37,5
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	35,9	42,8	46,1	41,6
Пріма Форте 0,5 л/га	35,2	41,5	45,2	40,6
Пріма Форте 0,6 л/га	34,6	42,0	44,7	40,4
Пріма Форте 0,7 л/га	34,0	40,2	44,1	39,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	33,2	39,5	43,2	38,6
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	40,7	42,7	50,5	44,6
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	39,8	43,1	49,8	44,2
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	39,2	41,8	49,0	43,3
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	33,0	39,1	42,9	38,3
Фон + ручні прополювання	38,2	43,7	50,8	44,2
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	37,1	45,9	47,2	43,4
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	36,9	46,5	46,9	43,4
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	36,4	44,0	46,0	42,1
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	33,9	41,2	43,8	39,6
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	43,0	47,9	52,2	47,7
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	42,6	48,0	51,8	47,5
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	41,9	47,3	51,0	46,7
<i>HIP₀₅</i>	1,9	2,2	2,4	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
РРР Вуксал БІО Vita на висоту рослин пшениці полби звичайної,
см (фаза колосіння)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	57,6	63,6	69,2	63,5
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	61,3	65,9	73,6	66,9
Пріма Форте 0,5 л/га	59,9	65,1	72,5	65,8
Пріма Форте 0,6 л/га	59,7	65,5	72,8	66,0
Пріма Форте 0,7 л/га	59,2	64,8	72,0	65,3
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	58,3	64,0	70,4	64,2
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	63,6	67,9	74,1	68,5
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	63,2	67,6	73,8	68,2
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	62,9	66,7	73,2	67,6
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	58,0	63,9	70,0	64,0
Фон + ручні прополювання	63,9	68,1	74,5	68,8
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	61,7	71,2	73,1	68,7
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	61,4	71,6	73,0	68,7
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	60,9	71,1	72,8	68,3
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	58,8	64,8	71,2	64,9
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	64,7	73,5	75,8	71,3
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	65,0	73,5	75,4	71,3
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	64,6	71,8	74,9	70,4
<i>НІР₀₅</i>	<i>3,1</i>	<i>3,4</i>	<i>3,6</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на висоту рослин пшениці полби звичайної,
см (фаза молочної стиглості)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	86,5	92,7	115,5	98,2
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	89,4	95,5	117,8	100,9
Пріма Форте 0,5 л/га	88,5	94,0	116,9	99,8
Пріма Форте 0,6 л/га	88,3	94,3	116,7	99,8
Пріма Форте 0,7 л/га	87,8	93,9	116,4	99,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	87,4	93,7	115,8	99,0
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	92,1	100,3	118,9	103,8
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	92,0	100,0	119,2	103,7
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	91,8	99,6	118,6	103,3
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	87,0	93,1	115,7	98,6
Фон + ручні прополювання	90,1	98,0	118,2	102,1
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	89,7	97,3	118,0	101,7
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	89,5	97,0	117,9	101,5
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	88,8	96,5	117,0	100,8
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	88,2	93,9	116,1	99,4
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	93,3	102,4	120,3	105,3
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	93,0	102,0	120,0	105,0
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	92,5	101,2	119,5	104,4
<i>HIP₀₅</i>	4,5	4,8	5,7	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на формування вегетативної маси рослин пшениці
полби звичайної, г/рослину (фаза виходу в трубку)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	2,11	4,29	5,12	3,84
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	4,07	5,56	6,01	5,21
Пріма Форте 0,5 л/га	3,59	5,14	5,73	4,82
Пріма Форте 0,6 л/га	3,65	5,31	5,86	4,94
Пріма Форте 0,7 л/га	3,46	5,11	5,49	4,69
Вуксал БІО VITA 1,0 л/га	3,38	4,75	5,41	4,51
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,91	6,12	6,82	5,62
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,16	6,31	7,12	5,86
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,78	5,89	6,74	5,47
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	2,63	4,47	5,28	4,13
Фон + ручні прополювання	4,32	6,02	6,22	5,52
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	3,74	5,44	6,24	5,14
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	3,82	5,62	6,39	5,28
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	3,61	5,26	6,02	4,96
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,52	4,94	5,53	4,66
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,41	6,79	7,65	6,28
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,56	6,85	7,87	6,43
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	4,27	6,53	7,49	6,10
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,19</i>	<i>0,28</i>	<i>0,31</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
РРР Вуксал БІО Vita на формування вегетативної маси рослин пшениці
полби звичайної, г/рослину (фаза колосіння)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	6,03	9,07	10,36	8,49
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	7,51	10,2	10,92	9,54
Пріма Форте 0,5 л/га	6,92	9,79	10,64	9,12
Пріма Форте 0,6 л/га	6,89	9,98	10,61	9,16
Пріма Форте 0,7 л/га	6,57	9,63	10,43	8,88
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,35	9,22	10,52	8,70
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,03	10,76	11,47	10,09
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	7,94	10,81	11,33	10,03
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	7,86	10,59	11,25	9,90
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	6,13	9,18	11,08	8,80
Фон + ручні прополювання	7,70	10,31	11,18	9,73
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	7,54	10,44	11,14	9,71
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	7,49	10,39	11,03	9,64
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	7,31	10,21	10,86	9,46
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	6,57	9,86	10,58	9,00
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,32	11,34	12,14	10,60
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,29	11,31	12,07	10,56
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,14	11,22	11,84	10,40
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,37</i>	<i>0,51</i>	<i>0,55</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на формування вегетативної маси рослин пшениці
полби звичайної, г/рослину (фаза молочної стиглості)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			
	2017	2018	2019	Середнє за 2017– 2019 рр.
Без застосування препаратів (контроль I)	8,09	12,02	13,04	11,05
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	9,04	12,43	13,25	11,57
Пріма Форте 0,5 л/га	8,63	12,29	13,17	11,36
Пріма Форте 0,6 л/га	8,54	12,25	13,15	11,31
Пріма Форте 0,7 л/га	8,45	12,14	13,11	11,23
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,29	12,09	13,07	11,15
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	9,83	12,87	13,65	12,12
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	9,76	12,82	13,59	12,06
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	9,58	12,74	13,44	11,92
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	8,24	12,07	13,09	11,13
Фон + ручні прополювання	9,34	12,51	13,12	11,66
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	8,94	12,39	13,42	11,58
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	8,91	12,36	13,37	11,55
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	8,72	12,31	13,31	11,45
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	8,40	12,23	13,13	11,25
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	10,29	13,14	14,07	12,50
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	10,25	13,19	14,01	12,48
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	10,13	12,91	13,89	12,31
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,45</i>	<i>0,62</i>	<i>0,67</i>	–

Додаток Е

Таблиця Е.1

Загальна чисельність мікроорганізмів ризосфери пшениці полби звичайної на 10-ту добу за дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО Vita, 10³ КУО в 1 г ґрунту

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	864	1126	1751	1247
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	959	1279	1862	1367
Пріма Форте 195 0,5 л/га	1057	1211	1814	1361
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1095	1113	1872	1360
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1030	1132	1790	1317
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1010	1080	1773	1288
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1135	1273	1934	1447
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1157	1291	1962	1470
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1104	1224	1927	1418
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	984	1142	1786	1304
Фон + ручні прополювання	989	1283	1912	1395
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1147	1421	1901	1490
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1216	1430	1915	1520
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1196	1292	1904	1464
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1037	1133	1811	1327
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1259	1355	2143	1586
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1278	1488	2165	1644
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1239	1427	2062	1576
<i>НІР₀₅</i>	55	63	95	–

**Загальна чисельність мікроорганізмів ризосфери пшениці полби
звичайної на 25-ту добу за дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 й РРР
Вуксал БІО Vita, 10³ КУО в 1 г ґрунту**

Варіант досліду	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	831	1105	1615	1184
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	927	1113	1735	1258
Пріма Форте 195 0,5 л/га	966	1098	1721	1262
Пріма Форте 195 0,6 л/га	1029	1159	1697	1295
Пріма Форте 195 0,7 л/га	1015	1091	1624	1243
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	954	1020	1644	1206
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1113	1245	1791	1383
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1142	1384	1783	1436
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1089	1313	1754	1385
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	964	1118	1632	1238
Фон + ручні прополювання	978	1130	1831	1313
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	1008	1144	1747	1300
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	1083	1147	1739	1323
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	1067	1135	1718	1307
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1026	1050	1662	1246
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1243	1371	1844	1486
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1262	1380	1837	1493
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	1233	1345	1819	1466
<i>НІР₀₅</i>	52	59	86	–

**Загальна чисельність мікроміцетів ризосфери пшениці полби звичайної
на 10-ту добу після внесення гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО
Vita, 10³ КУО в 1 г ґрунту**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	433	465	1058	652
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	439	483	1186	703
Пріма Форте 195 0,5 л/га	497	547	1211	752
Пріма Форте 195 0,6 л/га	509	553	1225	762
Пріма Форте 195 0,7 л/га	490	514	1106	703
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	452	540	1085	692
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	508	610	1422	847
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	524	648	1466	879
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	544	608	1408	853
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	451	485	1079	672
Фон + ручні прополювання	458	542	1197	732
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	504	556	1241	767
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	521	563	1233	772
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	528	544	1192	755
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	481	537	1117	712
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	567	647	1529	914
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	584	686	1491	920
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	564	696	1447	902
<i>НІР₀₅</i>	25	28	68	–

**Загальна чисельність мікроміцетів ризосфери пшениці полби звичайної
на 25-ту добу після внесення гербіциду Пріма Форте 195 й РРР Вуксал БІО
Vita, 10³ КУО в 1 г ґрунту**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	425	447	882	585
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	436	532	934	634
Пріма Форте 195 0,5 л/га	504	524	939	656
Пріма Форте 195 0,6 л/га	504	542	935	660
Пріма Форте 195 0,7 л/га	489	531	923	648
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	446	506	892	615
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	499	609	1183	764
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	511	613	1167	764
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	531	559	1144	745
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	437	477	895	603
Фон + ручні прополювання	454	540	971	655
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	487	543	1109	713
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	516	548	1047	704
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	485	531	1023	680
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	469	525	979	658
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	554	588	1301	814
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	578	608	1259	815
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	554	572	1244	790
<i>НІР₀₅</i>	24	27	52	–

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, 2017 р.

Варіант досліджу	Через 30 днів після внесення препаратів				Перед збиранням врожаю			
	Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %		Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %	
			за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без застосування препаратів (контроль I)	118	46	0	0	152	64	0	0
Пріма Форте 0,5 л/га	25	8	79	83	35	14	77	78
Пріма Форте 0,6 л/га	24	7	80	85	31	12	80	81
Пріма Форте 0,7 л/га	21	5	82	89	28	9	82	86
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	115	35	3	24	140	59	8	8
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	21	6	82	87	29	13	81	80
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	20	5	83	89	24	12	84	81
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	17	4	86	91	19	7	88	89
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	117	44	1	4	147	61	3	5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	17	5	86	89	32	11	79	83
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	16	4	86	91	27	10	82	84
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	10	2	92	96	25	8	84	88
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	112	41	5	11	130	57	14	11
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	13	2	89	96	17	8	89	88
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	10	2	92	96	14	7	91	89
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	7	1	94	98	11	5	93	92
<i>НІР₀₅</i>	2	0,7	–	–	3	1	–	–

Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, 2018 р.

Варіант досліджу	Через 30 днів після внесення препаратів				Перед збиранням врожаю			
	Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %		Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %	
			за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без застосування препаратів (контроль I)	147	224	0	0	258	371	0	0
Пріма Форте 0,5 л/га	31	59	79	74	38	69	85	81
Пріма Форте 0,6 л/га	28	47	81	79	35	73	86	80
Пріма Форте 0,7 л/га	19	35	87	84	30	51	88	86
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	136	207	7	8	193	255	25	31
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	27	43	82	81	33	47	87	87
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	24	38	84	83	29	56	89	85
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	22	29	85	87	25	41	90	89
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	131	196	11	13	149	263	42	29
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	20	28	86	88	31	52	88	86
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	18	24	88	89	24	44	91	88
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	14	19	90	92	22	31	91	92
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	123	185	16	17	37	130	86	65
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15	23	90	90	23	28	91	92
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	12	17	92	92	16	35	94	91
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	9	12	94	95	13	24	95	94
<i>НІР₀₅</i>	3	4	–	–	3	5	–	–

Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за дії гербіциду Пріма Форте 195 і РРР Вуксал БІО Vita, 2019 р.

Варіант досліджу	Через 30 днів після внесення препаратів				Перед збиранням врожаю			
	Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %		Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено, %	
			за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без застосування препаратів (контроль I)	173	295	0	0	156	211	0	0
Пріма Форте 0,5 л/га	48	61	72	79	26	57	83	73
Пріма Форте 0,6 л/га	33	58	81	80	17	35	89	83
Пріма Форте 0,7 л/га	26	40	85	86	12	31	92	85
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	167	281	3	5	140	199	10	6
Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	44	66	75	78	24	50	85	76
Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	27	49	84	83	16	37	90	82
Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	22	41	87	86	13	28	92	87
Вуксал БІО Vita 1 л/т - обробка насіння (фон)	165	280	5	5	133	201	15	5
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га	37	49	79	83	28	63	82	70
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га	19	35	89	88	14	39	91	82
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га	15	28	91	91	11	22	93	90
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	122	210	29	29	111	206	29	2
Фон + Пріма Форте 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	17	26	90	91	10	29	94	86
Фон + Пріма Форте 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	12	19	93	94	9	27	94	87
Фон + Пріма Форте 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	9	15	95	95	5	18	97	91
<i>НІР₀₅</i>	3	5	–	–	2	4	–	–

Додаток К

Таблиця К.1

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на МТЗ пшениці полби звичайної, г**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування (контроль I)	30,8	35,1	38,0	34,6
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	32,9	35,9	39,1	36,0
Пріма Форте 195 0,5 л/га	32,5	35,7	38,7	35,6
Пріма Форте 195 0,6 л/га	32,6	35,8	38,8	35,7
Пріма Форте 195 0,7 л/га	31,4	35,6	38,6	35,2
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31,1	35,3	38,5	35,0
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	32,4	37,4	41,1	37,0
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	32,5	37,4	41,3	37,1
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	32,2	36,9	40,8	36,6
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (Фон)	31,0	35,2	38,3	34,8
Фон + ручні прополювання впродовж вегетації	33,4	36,3	39,6	36,4
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	33,1	36,3	39,4	36,3
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	32,9	36,3	39,3	36,2
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	33,0	36,1	39,5	36,2
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	31,3	35,8	39,0	35,4
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	34,7	39,1	42,2	38,7
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	34,8	39,2	42,4	38,8
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	34,5	38,7	41,7	38,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,3</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на натуру зерна пшениці полби звичайної, г/л**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування (контроль І)	708	738	751	732
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль ІІ)	717	745	761	741
Пріма Форте 195 0,5 л/га	715	743	759	739
Пріма Форте 195 0,6 л/га	715	744	759	739
Пріма Форте 195 0,7 л/га	713	742	756	737
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	710	740	755	735
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	721	748	762	744
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	721	749	763	744
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	720	746	760	742
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (Фон)	712	739	754	735
Фон + ручні прополювання впродовж вегетації	720	747	763	743
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	718	746	760	741
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	719	746	761	742
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	716	743	759	739
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	713	741	757	737
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	723	750	766	746
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	723	751	767	747
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	722	748	764	745
<i>НІР₀₅</i>	7	6	8	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на вміст білка у зерні пшениці полби звичайної, %**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування (контроль І)	14,3	15,6	14,3	14,7
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль ІІ)	14,8	15,9	15,2	15,3
Пріма Форте 195 0,5 л/га	14,7	15,9	15,0	15,2
Пріма Форте 195 0,6 л/га	14,6	15,9	15,1	15,2
Пріма Форте 195 0,7 л/га	14,6	15,8	14,9	15,1
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	14,7	15,9	14,7	15,1
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15,1	16,1	15,3	15,5
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15,1	16,0	15,4	15,5
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	14,9	16,0	15,2	15,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (Фон)	14,6	15,9	14,0	14,8
Фон + ручні прополювання впродовж вегетації	15,1	16,0	15,5	15,5
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	15,3	16,0	15,2	15,5
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	15,3	16,1	15,2	15,5
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	15,1	15,9	15,2	15,4
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	14,9	16,4	15,0	15,4
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15,7	16,6	15,8	16,0
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15,5	16,5	15,9	16,0
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	15,4	16,3	15,6	15,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	–

**Вплив гербіциду Пріма Форте 195 за різних способів застосування
PPP Вуксал БІО Vita на вміст сирової клейковини у зерні пшениці полби
звичайної, %**

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Без застосування (контроль І)	27,8	29,9	28,1	28,6
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль ІІ)	28,1	30,4	29,1	29,2
Пріма Форте 195 0,5 л/га	28,7	30,6	28,9	29,4
Пріма Форте 195 0,6 л/га	28,4	30,5	28,9	29,3
Пріма Форте 195 0,7 л/га	28,4	30,2	28,7	29,1
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	28,0	30,1	28,4	28,8
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	29,5	31,2	29,4	30,0
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	29,2	30,9	29,5	29,9
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	29,1	30,7	29,2	29,7
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (Фон)	28,2	30,0	28,2	28,8
Фон + ручні прополювання впродовж вегетації	28,5	30,6	29,3	29,5
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	29,6	31,0	29,0	29,9
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	29,4	30,8	29,2	29,8
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	29,3	30,8	28,8	29,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	28,8	30,3	28,7	29,3
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	30,6	32,5	30,5	31,2
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	30,2	32,3	30,5	31,0
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	30,0	31,9	30,3	30,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,3</i>	<i>1,5</i>	–

Додаток Л

Таблиця Л.1

Економічна ефективність застосування гербіциду Пріма Форте 195 та PPP Вуксал БІО Vita, 2017 р.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування, грн/га	У т.ч. додаткові, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	У т.ч. додаткової, грн/га	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн/га	Окупність додаткових витрат, рази
Без застосування препаратів (контроль I)	2,44	–	5496	–	11492,4	–	5996,4	2252,5	109,1	–	–
Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,57	0,13	5661	165	12104,7	612,3	6443,7	2202,7	113,8	447,3	2,7
Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,58	0,14	5694	198	12151,8	659,4	6457,8	2207,0	113,4	461,4	2,3
Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,56	0,12	5727	231	12057,6	565,2	6330,6	2237,1	110,5	334,2	1,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,55	0,11	5980	321	12010,5	518,1	6030,5	2345,1	100,8	197,1	0,6
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,64	0,2	5982	486	12434,4	942	6452,4	2265,9	107,9	456	0,9
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,65	0,21	6015	519	12481,5	989,1	6466,5	2269,8	107,5	470,1	0,9
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,61	0,17	6048	588	12293,1	800,7	6245,1	2317,2	103,3	212,7	0,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га (фон)	2,53	0,09	5544	48	11916,3	423,9	6372,3	2191,3	114,9	375,9	7,8
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,73	0,29	5709	223	12858,3	1365,9	7149,3	2091,2	125,2	1142,9	5,1
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,75	0,31	5742	246	12952,5	1460,1	7210,5	2088,0	125,6	1214,1	4,9
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,71	0,27	5775	279	12764,1	1271,7	6989,1	2131,0	121,0	992,7	3,6
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,6	0,16	5865	369	12246	753,6	6381	2255,8	108,8	384,6	1,0
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,91	0,47	6030	534	13706,1	2213,7	7676,1	2072,2	127,3	1679,7	3,1
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,93	0,49	6063	567	13800,3	2307,9	7737,3	2069,3	127,6	1740,9	3,1
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,88	0,44	6096	600	13564,8	2072,4	7468,8	2116,7	122,5	1472,4	2,5

Таблиця Л.2

Економічна ефективність застосування гербіциду Пріма Форте 195 та PPP Вуксал БІО Vita, 2018 р.

Варіант дослідю	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на виращування, грн/га	У т.ч. додаткові, грн/га	Вартість вальної продукції, грн/га	У т.ч. додадкової, грн/га	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн/га	Окупність додаткових витрат, рази
Без застосування препаратів (контроль I)	2,68	–	5630	–	15999,6	–	10369,6	2100,7	184,2	–	–
Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,78	0,1	5800	170	16596,6	471	10796,6	2086,3	186,1	301	1,8
Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,79	0,11	5834	204	16656,3	518,1	10822,3	2091,0	185,5	314,1	1,5
Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,77	0,09	5868	238	16536,9	423,9	10668,9	2118,4	181,8	185,9	0,8
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,75	0,07	5980	350	16417,5	329,7	10437,5	2174,5	174,5	-20,3	-0,1
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,88	0,2	6150	520	17193,6	942	11043,6	2135,4	179,6	422	0,8
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,94	0,26	6184	554	17551,8	1224,6	11367,8	2103,4	183,8	670,6	1,2
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,86	0,18	6218	588	17074,2	847,8	10856,2	2174,1	174,6	259,8	0,4
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	2,72	0,04	5683	53	16238,4	188,4	10555,4	2089,3	185,7	135,4	2,6
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	2,89	0,21	5853	223	17253,3	989,1	11400,3	2025,3	194,8	766,1	3,4
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	2,92	0,24	5887	257	17432,4	1130,4	11545,4	2016,1	196,1	873,4	3,4
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	2,85	0,17	5921	291	17014,5	800,7	11093,5	2077,5	187,4	509,7	1,8
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	2,77	0,09	6033	403	16536,9	423,9	10503,9	2178,0	174,1	20,9	0,1
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,08	0,4	6203	573	18387,6	1884	12184,6	2014,0	196,4	1311	2,3
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,12	0,44	6237	607	18626,4	2072,4	12389,4	1999,0	198,6	1465,4	2,4
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,05	0,37	6271	641	18208,5	1742,7	11937,5	2056,1	190,4	1101,7	1,7

Економічна ефективність застосування гербіциду Пріма Форте 195 та PPP Вуксал БІО Vita, 2019 р.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування, грн/га	У т.ч, додаткові, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	У т.ч, додаткової, грн/га	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн/га	Окупність додаткових витрат, рази
Без застосування препаратів (контроль I)	3,01	–	6190	–	14177,1	–	7987,1	2056,5	129,0	–	–
Пріма Форте 195 0,5 л/га	3,12	0,11	6368	178	14695,2	518,1	8327,2	2041,0	130,8	340,1	1,9
Пріма Форте 195 0,6 л/га	3,21	0,2	6416	226	15119,1	942	8703,1	1998,8	135,6	716	3,2
Пріма Форте 195 0,7 л/га	3,11	0,1	6464	274	14648,1	471	8184,1	2078,5	126,6	197	0,7
Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,07	0,06	6553	363	14459,7	282,6	7906,7	2134,5	120,7	-80,4	-0,2
Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,34	0,33	6773	583	15731,4	1554,3	8958,4	2027,8	132,3	971,3	1,7
Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,36	0,35	6841	651	15825,6	1648,5	8984,6	2036,0	131,3	997,5	1,5
Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,29	0,28	6889	699	15495,9	1318,8	8606,9	2093,9	124,9	619,8	0,9
Вуксал БІО Vita 1,0 л/т (фон)	3,04	0,03	6254	64	14318,4	141,3	8064,4	2057,2	128,9	77,3	1,2
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га	3,41	0,4	6432	242	16061,1	1884	9629,1	1886,2	149,7	1642	6,8
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га	3,47	0,46	6500	290	16343,7	2166,6	9843,7	1873,2	151,4	1876,6	6,5
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га	3,39	0,38	6528	338	15966,9	1789,8	9438,9	1925,7	144,6	1451,8	4,3
Фон + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,1	0,09	6617	427	14601	423,9	7984	2134,5	120,7	-3,1	0,0
Фон + Пріма Форте 195 0,5 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,7	0,69	6795	605	17427	3249,9	10632	1836,5	156,5	2644,9	4,4
Фон + Пріма Форте 195 0,6 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,72	0,71	6843	653	17521,2	3344,1	10678,2	1839,5	156,0	2691,1	4,1
Фон + Пріма Форте 195 0,7 л/га + Вуксал БІО Vita 1,0 л/га	3,63	0,62	6891	701	17097,3	2920,2	10206,3	1898,3	148,1	2219,2	3,2

ДОДАТОК М.1

«Затверджую»

Головний агроном ДП «Умань-Агро»



Ю. І. Кравченко
2019 р.



«Затверджую»

Ректор Уманського НУС



О. О. Непочатенко
10 2019 р.



Акт

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

«28» 10 2019 р.

Аспірант кафедри біології Уманського НУС Павлишин С. В. і головний агроном ДП «Умань-Агро» Кравченко Ю. І. (с. Гереженівка, Уманського району, Черкаської області) склали даний акт про те, що в ДП «Умань-Агро» виконувалось впровадження результатів науково-дослідної роботи з агробіологічного обґрунтування застосування гербіциду й регулятора росту рослин в посівах пшениці полби звичайної.

Вид впровадження – площа пшениці полби звичайної 30 га, гербіцид Пріма Форте 195, регулятор росту рослин Вуксал БІО Vita.

Економічний ефект – за використання гербіциду Пріма Форте 195 0,6 л/га без регулятора росту рослин прибавка врожаю пшениці полби звичайної склала 1,4 ц/га, додатковий прибуток з 1 га – 699 грн; за обробки посівів Прімою Форте 195 0,6 л/га у поєднанні з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фоні обробки насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita 1,0 л/т прибавка врожаю склала 4,6 ц/га, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 2295 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності посівів пшениці полби звичайної, покращення якості зерна, зниження гербіцидного навантаження на рослини і навколишнє середовище за рахунок комплексного використання гербіциду із регулятором росту рослин.

Аспірант кафедри біології



С. В. Павлишин

ДОДАТОК М.2



Г. Ф. Остапчук
Г. Ф. Остапчук

«9» 10 2019 р.



«Затверджую»
Ректор Уманського НУС
О. О. Непочатенко

«10» 10 2019 р.

Акт

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

«9» 10 2019 р.

Аспірант кафедри біології Уманського НУС Павлишин С. В. і голова ПП Остапчук Г. Ф. (м. Умань, Черкаської області) склали даний акт про те, що в ПП Остапчука Г. Ф. виконувалось впровадження результатів науково-дослідної роботи з агробіологічного обґрунтування застосування гербіциду й регулятора росту рослин в посівах пшениці полби звичайної.

Вид впровадження – площа пшениці полби звичайної 23 га, гербіцид Пріма Форте 195, регулятор росту рослин Вуксал БІО Vita.

Економічний ефект – за використання гербіциду Пріма Форте 195 0,6 л/га без регулятора росту рослин прибавка врожаю пшениці полби звичайної склала 1,1 ц/га, додатковий прибуток з 1 га – 539 грн; за обробки посівів Прімою Форте 195 0,6 л/га у поєднанні з регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га по фону обробки насіння перед сівбою Вуксалом БІО Vita 1,0 л/т прибавка врожаю склала 3,8 ц/га, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 1862 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності посівів пшениці полби звичайної, покращення якості зерна, зниження гербіцидного навантаження на рослини і навколишнє середовище за рахунок комплексного використання гербіциду із регулятором росту рослин.

Аспірант кафедри біології

С. В. Павлишин

Додаток Н**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.
2. Карпенко В. П., Припуляк 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.
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.
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>.
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.
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.

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.

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 плодovoда 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 агроecosystem: матеріали III Міжнародної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 61–63.
 14. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Асоціативні азотфіксуючі 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 маленового 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.