

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШУТКО СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 581.1:[633.174:632.954:631.811.97]

ДИСЕРТАЦІЯ
ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРИЗУ
ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ПК 75 WG І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН
РЕГОПЛАНТ

03.00.12 – фізіологія рослин
20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

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

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

УМАНЬ – 2019

АНОТАЦІЯ

Шутко С. С. Фізіологічні процеси і продуктивність посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин. – Уманський національний університет садівництва. Умань. 2019.

У вступній частині обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено аналіз літературних джерел вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу гербіцидів різних хімічних класів і ристрегуляторів, внесених окремо і в поєднанні, на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах сільськогосподарських культур, у тому числі і в соризі, на мікробіологічні процеси в ґрунті; розглянуто вплив гербіцидів і PPP на забур'яненість посівів, формування врожаю, його якості та економічної ефективності вирощування соргових.

На підставі аналізу наукової літератури обґрунтовано подальшу необхідність у вивченні закономірностей дії гербіцидів залежно від норм і способів застосування (окремо і в сумішах із регуляторами росту рослин та на фоні обробки ними перед сівбою насіння) та ґрунтово-кліматичних умов на рослини соризу, що й визначило основні напрями досліджень за темою дисертаційної роботи.

У результаті проведених вегетаційних і польових досліджень встановлено, що гербіцид Пік 75 WG, внесений окремо і в сумішах із PPP Регоплант, у тому числі й по фоні обробки перед сівбою Регоплантом насіння, значно впливав на перебіг реакцій ПОЛ у рослинах соризу. Зокрема, на третю добу після внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га інтенсивність

реакцій ПОЛ у листках соризу зростала і перевищувала контроль на 3,6; 7,4; 13,8 і 18,3 мкМоль МДА/г сирової речовини, що свідчить про активне продукування активних форм кисню.

За внесення бакових сумішей гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) із РРР Регоплант (50 мл/га) проходження реакцій ПОЛ у рослинах соризу в порівнянні з варіантами, де вносився лише гербіцид, знижувалось на 8–13%.

За комплексного застосування гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з РРР Регоплант (обробка посівів 50 мл/га + обробка посівного матеріалу 250 мл/т) простежувалось зниження накопичення малонового діальдигіду у рослинах соризу у відношенні до варіантів із самостійним внесенням гербіциду на 13–19%, що може свідчити про інтенсифікацію процесів знешкодження у рослинах ксенобіотика, наслідком чого й стало зниження рівня ПОЛ. На п'яту добу експерименту варіанти з комплексним застосуванням гербіциду й РРР продемонстрували подібну тенденцію – рівень МДА у відношенні варіантів із самостійним внесенням гербіциду був нижчим на 15–20%.

Перебіг реакцій ПОЛ у рослинах залежить від низки чинників, у тому числі й від активності ферменту глутатіон-S-трансферази (GST), який знешкоджує продукти вільнорадикального окиснення в клітинах. Ймовірно, значна активізація GST є реакцією не тільки на забезпечення детоксикаційних процесів, рівень яких визначається видом і нормою діючої речовини гербіциду, а й відповіддю на дію екзогенних рістрегулюючих речовин.

Встановлено, що у варіантах із внесенням Піку 75 WG у нормах 15–25 г/га на фоні обробки насіння перед сівбою Регоплантом (250 мл/т) перевищення активності GST відносно контролю складало в середньому 0,65–1,15 мкМоль/г сирової речовини за 1хв на третю добу та – 0,21–0,80 – на п'яту добу, а в варіантах з внесенням Піку 75 WG у тих же нормах у бакових сумішах з Регоплантом (50 мл/га) по фону обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) – 1,26–1,45 і 0,04–0,33 відповідно. Зниження активності GST на п'яту добу, в порівнянні з третьою, може бути свідченням стабілізації обмінних

процесів у рослинах на фоні комплексного застосування PPP.

Доведено, що одночасно з реакціями ПОЛ у рослинному організмі активізується одна з важливих систем антистресового захисту, а саме група ферментів класу оксидоредуктаз, які каталізують біологічне окиснення в клітинах за рахунок переносу електронів з однієї молекули на іншу, і є ключовою ланкою в знешкодженні активних форм кисню. Самостійне внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га сприяло зростанню активності ферментів у фазі кущіння рослин до контролю I на 22,5; 28,3; 31,5; 24,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 18,2; 25,4; 27,6; 20,5 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази.

Комплексне застосування Піку 75 WG у вищезгаданих нормах з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP забезпечило зростання активності ферментів у порівнянні до контролю I на 31,2; 37,0; 42,1; 35,0 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 27,1; 34,8; 41,2 і 38,2 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази.

Стосовно ферменту поліфенолоксидази, було відмічено зростання його активності у відповідь на збільшення норм внесення гербіциду, водночас як і у випадку з каталазою та пероксидазою, найвища активність ферменту простежувалася у варіантах з внесенням бакових сумішей Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP, де активність ферменту в порівнянні з контролем I зростала на 35; 49; 54 і 22% відповідно. Подібна активність ферментів у фазі кущіння культури була відмічена і в 2017, 2018 рр. досліджень.

У фазу викидання волоті рослинами соризу активність ферментів класу оксидоредуктаз у порівнянні до показників активності у фазу кущіння знижувалась, що можна пов'язати зі стабілізацією фотосинтетичних процесів у рослинах.

Виявлено, що накопичення хлорофілів у листках соризу залежало від норм гербіциду Пік 75 WG, внесеного за різних способів використання PPP Регоплант. Зокрема, за внесення в умовах вегетаційного дослідження бакових

сумішей гербіциду Пік 75 WG (10–25 г/га) і PPP Регоплант вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми у листках соризу у відношенні контролю зростав у 1,3–1,4; 1,3–1,7 і 1,3–1,5 рази, разом з тим за самостійного внесення Пік 75 WG – 0,5–1,3; 1,1–1,5 і 1,1–1,3 рази.

За внесення Піку 75 WG у суміші з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми у листках соризу перевищував контроль у 1,4–1,5; 1,7–1,9 і 1,5–1,6 рази відповідно.

Подібні залежності із накопиченням хлорофілу в листках соризу були відмічені і в польових дослідах, де в середньому за 2016–2018 рр. у фазі викидання рослинами волоті найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у було відмічено у варіантах Пік 75 WG 15 і 20 г/га + Регоплант 250 мл/т + Регоплант 50 мл/га: перевищення до контролю I складало 58 і 71%, а до варіантів із самостійним внесенням цих же норм Піку 75 WG – 21 і 30% відповідно.

Досліджено, що на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату соризу істотний відбиток накладали як норми гербіциду Пік 75 WG, так і їх компонування з різними способами застосування PPP Регоплант. Зокрема, виявлена закономірність, що зі збільшенням норми Піку 75 WG до 25 г/га площа клітин епідермісу зменшувалась. Водночас за його внесення у сумішах з Регоплантом, особливо на фоні обробки ним насіння, площа клітин епідермісу перевищувала контроль I на 16–33%. Очевидно, що в даному випадку позитивні зміни у формуванні збільшеної площі клітин епідермісу обумовлювались рістрегулювальними властивостями препарату (PPP). Це забезпечило формування коефіцієнта морфоструктури на рівні 0,81–0,84, що притаманний для рослин з високою продуктивністю.

Особливості формування анатомічної структури листків відповідним чином позначились на наростанні площі листкового апарату рослин соризу. Встановлено, що за дії Піку 75 WG у нормах 10–25 г/га сумісно з Регоплантом у фазі кущіння вона збільшувалась у відношенні до контролю I на 19–28%, а за використання даних препаратів на фоні обробки насіння

Регоплантом – 26–31% відповідно.

Під час проходження інших фаз росту і розвитку соризу залежність формування площі листкового апарату рослинами від норм і способів застосування препаратів зберігалася. Разом з тим Пік 75 WG у нормі 20 г/га в поєднанні з комбінованим використанням PPP Регоплант (обробка насіння + обробка рослин) створював найоптимальніші умови для формування листкового апарату, де перевищення показника до контролю I у середньому за роками складало 18%. Між індикаторними ознаками «площа листкового апарату» і «площа клітин епідермісу» встановлено тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,86$), що засвідчує залежність формування площі листків від їх анатомічної структури.

Встановлено, що за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант надземна біомаса соризу значно збільшувалась, проте найвищі її показники відмічено у варіанті Пік 75 WG 20 г/га у суміші з Регоплантом 50 мл/га на фоні обробки Регоплантом насіння 250 мл/т, де у фазі кушіння даний показник перевищував контроль I у середньому на 23%. Така ж залежність відмічалась і в фазах викидання волоті та молочно-воскової стиглості зерна, що узгоджується з найбільшою активізацією проходження у рослинах в даному варіанті досліджу фізіолого-біохімічних процесів на фоні знищення у посівах переважної більшості бур'янового компоненту.

З'ясовано, що різні норми гербіциду Пік 75 WG та способи застосування PPP Регоплант по-різному впливали на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) за внесення у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га ЧПФ посівів у порівнянні із контрольним варіантом (без застосування препаратів) зростала на 5; 10; 12 і 6% відповідно; використання цих же норм гербіциду на фоні обробки насіння Регоплантом підвищувало ЧПФ на 10; 15; 16 і 14%; обприскування посівів соризу гербіцидом Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом на фоні обробки ним же насіння зумовлювало зростання ЧПФ до контролю I на 11; 17; 18 і 12% відповідно.

Найвищі показники ЧПФ відмічено у варіанті за використання Пік 75 WG у нормі 20 г/га сумісно із Регоплантом у нормі 50 мл/га на фоні обробки ним насіння, що узгоджується з формуванням в даному варіанті досліджу найбільших показників площі листкового апарату за найвищої їх фізіолого-біохімічної активності.

Досліджено, що найбільша чисельність бактерій і мікроміцетів у ризосфері соризу формувалась у 2018 р., найменша – у 2016 р., що узгоджується як з показниками вологозабезпеченості посівів, так і проходженням в них фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі фотосинтетичних, від яких залежить виділення в кореневу систему ексудатів. Внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га зумовлювало зменшення чисельності бактерій ризосфери соризу у відношенні до контролю I відповідно за роками на 6% (2016 р.), 8% (2017 р.) і 5% (2018 р.).

Найоптимальніший вплив на розвиток бактерій ризосфери соризу виявляли композиції Піку 75 WG з Регоплантом, внесені по фоні обробки Регоплантом насіння, де перевищення до контролю I складало за роками 6–18%.

Стосовно розвитку мікроміцетів у ризосфері соризу, то впродовж 2016–2018 рр. він був активним в усіх варіантах досліджу, навіть за підвищеної норми Пік 75 WG 25 г/га. Також, слід відмітити, що на 20 добу після внесення препаратів у порівнянні з 10 добою в усіх дослідних варіантах як за роками, так і в середньому за роки досліджень, простежувалось перевищення розвитку мікробіоти, що є свідченням зростання мікробіологічної активності ґрунту, відновлення якої відбувається зі збільшенням періоду, необхідного для метаболізму та детоксикації хімічної речовини та досягає максимуму у період викидання волоті – цвітіння.

Аналізуючи ріст амоніфікувальних мікроорганізмів у середньому за роки досліджень на 10 добу визначення, нами встановлено, що за внесення у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG 10–25 г/га їх чисельність зростала до контролю I на 15–28%, проте за внесення гербіциду Пік 75 WG 10–25 г/га і

PPP Регоплант по фоні обробки перед сівбою PPP Регоплант насіння перевищення до контролю I складало 41–73%. Подібна тенденція спостерігалась і у розвитку нітрифікувальних мікроорганізмів: за внесення Пік 75 WG 10–25 г/га їх кількість зростала до контролю I на 3–67%; за внесення бакових сумішей Пік 75 WG 10–25 г/га з Регоплантом по фоні обробки ним насіння – на 44–118%.

Щодо розвитку бактерій роду *Azotobacter*, то за дії гербіциду Пік 75 WG із наростанням норми його внесення спостерігалась закономірність до зниження їх чисельності, що може свідчити про деяку токсичну дію досліджуваної хімічної сполуки на даний рід бактерій.

У середньому за 2016–2018 рр. досліджень на 20-ту добу дослідження чисельність нітрифікувальних та амоніфікувальних бактерій у ризосфері соризу в порівнянні до 10-ї доби визначення зростала, найвищі показники даних груп бактерій простежувались у варіантах Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка насіння) + PPP Регоплант (обробка рослин), де перевищення до контролю I складало – 49–91% і 40–96%.

Чутливість бактерій роду *Azotobacter* до гербіциду Пік 75 WG на 20-ту добу в порівнянні з 10-ю добою знижувалась. У всіх варіантах з внесенням Пік 75 WG у нормах 10; 15 і 20 г/га (як окремо, так і за різних способів застосування Регопланту) розвиток бактерій роду *Azotobacter* перевищував контроль I. Разом з тим максимальна норма гербіциду (25 г/га) і на 20-ту добу дещо пригнічувала розвиток даних мікроорганізмів, що може свідчити про їх чутливість до підвищених норм діючої речовини просульфурону.

Фітосанітарними обстеженнями до застосування препаратів встановлено, що в посівах соризу переважав змішаний тип забур'янення: підмареник чіпкий (*Gallium aparine* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), осот рожевий (*Cirsium arvense* L.), осот польовий (*Sonchus arvensis* L.), мишій сизий (*Setaria viridis* L.) і зелений (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* (L.) Pal. Beauv.) та інші.

Внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га забезпечило на 30-ту добу обліку у 2016 р. знищення бур'янів за кількістю відповідно до норм на 38; 49; 51 і 56%, за масою – 36; 51; 55 і 59%; за використання Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом – 47; 54; 60 і 63% за кількістю, 54; 58; 64 і 67% – за масою відповідно. Однак, по фоні обробки перед сівбою PPP насіння та внесення Пік 75 WG (10–25 г/га) з Регоплантом кількість бур'янів зменшувалась на 49; 60; 65 і 72%, а їх маса – 57; 66; 73 і 76% відповідно. У 2017 та 2018 рр. у знищенні бур'янів у посівах соризу простежувалась подібна залежність.

Збільшення кількості і маси знищених бур'янів у посівах соризу за використання гербіциду сумісно з PPP на фоні обробки PPP насіння може свідчити про підсилення конкурентної здатності культури до бур'янів за рахунок активізації проходження фізіолого-біохімічних процесів, чим обумовлювалось формування більш потужної надземної біомаси і площі листкового апарату посівів.

Аналізуючи вплив досліджуваних препаратів на врожайність соризу, можна відмітити, що гербіцид Пік 75 WG у нормах 10, 15; 20 і 25 г/га в 2016 році забезпечив збільшення врожайності культури відповідно до норм гербіциду на 0,35; 0,46; 0,68 і 0,45 т/га проти контролю I. Однак, вищий рівень урожайності формувался у варіантах досліді, де внесення гербіциду поєднували із PPP, а найвищий – за внесення Пік 75 WG сумісно з Регоплантом на фоні обробки насіння PPP. Так, за даного поєднання препаратів і норми гербіциду Пік 75 WG 20 г/га урожайність перевищила контроль I на 0,92 і 1,02 т/га. Така ж тенденція була характерною і для 2017 і 2018 рр. У середньому за 2016–2018 рр. найвища врожайність зерна соризу була одержана у варіанті Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т, де перевищення до контролю I складало 1,0 т/га.

У загальному, підвищення врожайності соризу під дією гербіциду відбувалось як за рахунок зменшення забур'яненості посівів, на що вказує одержана прибавка зерна в контролі II, де препарати не застосовувались, але

проводились ручні прополювання впродовж вегетації культури, так і за дії регулятора росту рослин Регоплант, який зумовлював активізацію проходження найбільш важливих фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, у тому числі й фотосинтетичних.

Позитивним виявився вплив досліджуваних препаратів і на формування фізичних та хімічних показників якості зерна, які в порівнянні з контролем I збільшувались. Разом з тим, найвищими вони були у варіанті Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т, де маса 1000 зерен, натура та вміст у зерні білка збільшувались на 20; 3 і 11% відповідно.

Результати проведеної економічної та енергетичної оцінки ефективності використання препаратів показали, що найбільш економічно вигідними було застосування в посівах соризу композиції препаратів Пік 75 WG 20 г/га + PPP Регоплант 50 мл/т + PPP Регоплант 250 мл/га, яка забезпечила зростання рівня рентабельності виробництва до 185% за додаткового чистого прибутку 4354 грн./га, окупності додаткових витрат 9,8 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності 4,8.

Для підвищення врожайності і якості зерна соризу та зниження гербіцидного навантаження на навколишнє природне середовище виробництву рекомендовано в умовах Правобережного Лісостепу України для боротьби з дводольними видами бур'янів та активізації проходження основних біологічних процесів у рослинах і ґрунті в посівах культури застосовувати гербіцид Пік 75 WG у нормі 20 г/га у суміші з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні обробки цим же регулятором росту рослин насіння перед сівбою у нормі 250 мл/т.

Ключові слова: фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні процеси, ризосферна мікробіота, забур'яненість посівів, гербіцид, регулятор росту рослин, комплексне застосування, сориз.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Шутко С. С., Полторецький С. П. та ін. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань: «Сочінський М. М.». 2017. 112 с.
2. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 93. С. 23–32.
3. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.
4. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 68–73.
5. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомо-морфологічні зміни листкової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 94. С. 264–274.
6. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], n. 6 (76), гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>>. Дата доступу: 29 січ. 2019.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Шутко С. С. та ін. Біологізована технологія вирощування просоподібних злаків (просо посівне, сорго зернове, сориз): рекомендації виробництву.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Візаві», 2016. 24 с.

8. Карпенко В. П., Шутко С. С. Урожайність соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та рістрегулятора Регоплант. Матеріали Всеукраїнської Науково-практичної конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив». Умань. 29 березня 2017 року. С. 18–19.
9. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу у рослинах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. XIV Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології», присвячена 185-й річниці від дня народження Б. Дибовського. Львів. 10–12 квітня 2018. С. 310–311.
10. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки». Львів. 28 жовтня. 2018. С. 71–72.
11. Карпенко В. П., Шутко С. С. Фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання». Ternopil bioscience. 19–21 квітня 2018. Тернопіль. 2018. С. 104–107.
12. Карпенко В. П., Шутко С. С. Залежність чисельності ризосферної мікробіоти соризу від дії біологічно активних речовин. Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві», присвяченій 100-річчю з дня заснування Національної академії аграрних наук України. Чернігів. 24–25 жовтня 2018 року. Чернігів. 2018. С. 47–49.
13. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність каталази в листках соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні шляхи розвитку наукових знань». Київ. 26–27 січня 2019 року (частина I). Київ. 2019. С. 53–55.

ABSTRACT

Shutko S. S. Physiological processes and productivity of soriz crops under the action of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regoplant. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for Candidate Degree in Agriculture, specialty 03.00.12 – physiology of plants. – Uman National University of Horticulture. Uman. 2019.

In the introduction, the relevance of the topic is substantiated, the goal and the objectives are formulated, the object and the subject of the research are defined, the scientific novelty and practical significance of the obtained results are highlighted.

The first section provides an analysis of literature sources of domestic and foreign authors to study the effect of herbicides of different chemical classes and growth regulators, introduced separately and in combination on physiological-biochemical processes in crops, including soriz, and on microbiological processes in soil; the effect of herbicides and PGRs on weed infestation of crops, crop formation, its quality and economic efficiency of sorghum cultivation are considered.

On the basis of scientific literature analysis, further necessity of studying the regularities of herbicides depending on the norms and methods of application (separately and in mixtures with plant growth regulators and on the background of their treatment before sowing of seeds) and soil and climatic conditions on soriz plants was substantiated, which determined areas of research on the topic of the thesis.

As a result of the conducted vegetation and field studies, it was found that herbicide Peak 75 WG, introduced separately and in mixtures with PGR Regoplant, including on the background of seed treatment with Regoplant before sowing, had a significant effect on the course of lipid peroxidation reactions in soriz plants. In particular, on the third day after application of herbicide Peak 75 WG in norm 10; 15; 20; 25 g/ha, intensity of lipid peroxidation reactions in soriz

leaves increased and exceeded the control by 3,6; 7,4; 13,8 and 18,3 μmol of MDA/g of crude material, indicating active production of reactive oxygen species.

With the introduction of tank mixtures of herbicide Peak 75 WG (10; 15; 20; 25 g/ha) with PGR Regoplant (50 ml/ha) the passage of lipid peroxidation reactions in soriz plants compared to variants where only the herbicide was applied was reduced by 8–13%.

With the complex application of herbicide Peak 75 WG (10; 15; 20; 25 g/ha) with PGR Regoplant (crop treatment 50 ml/ha + seed treatment 250 ml/t), a decrease in the accumulation of malondialdehyde in soriz plants was observed with respect to variants with self-application of herbicide by 13–19%, which may indicate an intensification of the processes of neutralization in xenobiotic plants, which resulted in a decrease in the level of lipid peroxidation reactions. On the fifth day of the experiment, variants with complex use of herbicide and PGR showed a similar trend – the level of malondialdehyde in the case of variants with separate introduction of herbicide was lower by 15–20%.

The course of lipid peroxidation reactions in plants depends on a number of factors, including the activity of the glutathione-s-transferase (GST) enzyme, which neutralizes the products of free radical oxidation in cells. Significant activation of GST is likely to be a reaction not only to the provision of detoxification processes, the level of which is determined by the type and rate of the active substance of the herbicide, but also the response to the action of exogenous growth regulating substances.

It was found that in variants with the introduction of Peak 75 WG at 15–25 g/ha against the background of seed treatment with Regoplant before sowing with Regoplant (250 ml/t), the excess of GST activity against control was on average 0,65–1,15 $\mu\text{mol/g}$ of crude substances for 1 min on the third day and – 0,21–0,80 – on the fifth day, and in variants with the introduction of 75 WG Peak in the same norms in tank mixtures with Regoplant (50 ml/ha) against the background of seed treatment with the Regoplant (250 ml/t) – 1,26–1,45 and 0,04–0,33 respectively. The decrease in GST activity on the fifth day, compared to the third, may be the

evidence of stabilization of metabolic processes in plants against the background of the complex application of PGR.

It is proved that simultaneously with lipid peroxidation reactions in a plant organism one of important systems of antistress protection is activated, namely a group of enzymes of the class of oxidoreductases, which catalyze biological oxidation in cells due to the transfer of electrons from one molecule to another, and is a key element in neutralization of reactive oxygen intermediate. Separate application of herbicide Peak 75 WG in norms 10; 15; 20; 25 g/ha contributed to an increase in enzyme activity in the stage of tillering of plants before control I by 22,5; 28,3; 31,5; 24,9 μmol of decomposed H_2O_2 for catalase and by 18,2; 25,4; 27,6; 20,5 μmol of oxidized guaiacol for peroxidase.

Complex application of Peak 75 WG in the abovementioned standards with Regoplant on the background of seed treatment with the same PGR provided an increase in enzyme activity compared to control I by 31,2; 37,0; 42,1; 35,0 μmol of decomposed H_2O_2 for catalase and 27,1; 34,8; 41,2 and 38,2 μmol of oxidized guaiacol for peroxidase.

Regarding polyphenol oxidase enzyme, it was noted that its activity increased in response to an increase in herbicide application rates, while in the case of catalase and peroxidase, the highest enzyme activity was observed in variants with the addition of tank mixtures Peak 75 WG (10; 15; 20; 25 g/ha) with Regoplant on the background of seed treatment with the same PGR, where enzyme activity compared to control I increased by 35; 49; 54 and 22% respectively. Similar activity of enzymes in the phase of cultivation was observed in 2017, 2018 studies.

During ear emergence phase, the activity of oxidoreductase-class enzymes decreased compared to the activity during stage of tillering, which could be attributed to the stabilization of photosynthetic processes in plants.

It was found that accumulation of chlorophylls in soriz leaves depended on the norms of herbicide Peak 75 WG introduced by various methods of PGR Regoplant. In particular, during the vegetation experiment, the tank mixtures of

Peak herbicide 75 WG (10–25 g/ha) and PGR Regoplant, the content of chlorophylls a and b and their sums in soriz leaves in relation to control increased by 1,3–1,4; 1,3–1,7 and 1,3–1,5 times, at the same time, while separate introduction of Peak 75 WG – by 0,5–1,3; 1,1–1,5 and 1,1–1,3 times.

With the introduction of Peak 75 WG in combination with Regoplant on the background of seed treatment with the same PGR, the content of chlorophylls a and b and their sum in leaves of soriz exceeded the control by 1,4–1,5; 1,7–1,9 and 1,5–1,6 times, respectively.

Similar dependencies with the accumulation of chlorophyll in soriz leaves were observed in field experiments, where the average content of the sum of chlorophylls a and b in the ear emergence phase of plants was observed in Peak 75 WG 15 and 20 g/ha + Repolant 250 ml/t + Repolant 50 ml/ha variants: exceedance to control I was 58 and 71%, and the variants with separate introduction of the same norms of Peak 75 WG – 21 and 30%, respectively.

It has been investigated that the formation of anatomical structure of the epidermis of leaf apparatus of soriz was significantly affected by both norms of herbicide Peak 75 WG, and their combination by different methods of application of PGR Regoplant. In particular, it was found that with an increase of the norm of Peak 75 WG to 25 g/ha, the epidermal cell area decreased. At the same time, when introduced in mixtures with Regoplant, especially against the background of seed treatment with it, the area of epidermal cells exceeded control I by 16–33%. It is obvious that in this case positive changes in the formation of the enlarged area of epidermis cells were due to growth regulating properties of the drug (PGR). This ensured the formation of a morphostructure coefficient at the level of 0,81–0,84, which is characteristic of plants with high productivity.

The peculiarities of the formation of anatomical structure of the leaves affected the growth of the leaf apparatus of soriz in an appropriate manner. It was found that under the action of Peak 75 WG at 10–25 g/ha in combination with Regoplant in the tillering stage, it increased by 19–28% with respect to control I,

and by 26–31% with the use of these preparations against the background of seed treatment with Regoplant accordingly.

During going through other stages of growth and development of soriz, the dependence of the formation of the area of leaf apparatus by plants on the norms and methods of application of the preparations remained. At the same time, Peak 75 WG in the norm 20 g/ha, along with the combined use of PGR Regoplant (seed treatment + plant treatment) created the most optimal conditions for the formation of leaf apparatus, where the excess of the indicator to control I on average over the years was 18%. A close correlation ($r = 0.86$) was established between the indicators of “leaf area” and “epidermal cell area”, which testifies to the dependence of leaf area formation on their anatomical structure.

It was found that with the use of Peak 75 WG herbicide and PGR Regoplant, the aboveground biomass of soriz increased significantly, but its highest values were observed in Peak 75 WG variant 20 g/ha in combination with 50 ml/ha Regoplant on the background of 250 ml/t Regoplant seed treatment, where in the tillering stage, this indicator exceeded control I by 23% on average. The same dependence was observed in the phases of ear emergence and milky-waxy ripeness of the grain, which is consistent with the greatest activation of the passage in plants in this variant of the experiment of physiological-biochemical processes against the background of destruction of the vast majority of weed component in crops.

It was found that different norms of Peak 75 WG herbicide and methods of PGR application of the Regoplant have differently influenced the formation of net photosynthetic productivity (NPP) indices when introduction of Peak 75 WG herbicide in norms 10; 15; 20 and 25 g/ha of NPP of crops increased by 5 compared to the control variant (without the use of drugs); 10; 12 and 6% respectively; the use of the same norms of herbicide against the background of seed treatment with Regoplant increased NPP by 10; 15; 16 and 14%; spraying soriz crops with herbicide Peak 75 WG in norms 10; 15; 20 and 25 g/ha along with

Regoplant on the background of treatment with the same seeds caused the growth of NPP to control I by 11; 17; 18 and 12% respectively.

The highest NPP indices were observed in the variant with the use of Peak 75 WG in the norm 20 g/ha together with Regoplant in the norm 50 ml/ha against the background of seed treatment, which is consistent with the formation in this variant of the highest indices of the leaf area at their highest physiological-biochemical activity.

It was investigated that the highest number of bacteria and micromycetes in rhizosphere of soriz was formed in 2018, the smallest – in 2016, which is consistent with both the moisture content of crops and going through physiological-biochemical processes, including photosynthetic, on which disengagement of exudates into the root system. Introduction of herbicide Peak 75 WG 10–25 g/ha caused a decrease in the number of bacteria of rhizosphere of soriz in relation to control I by 6% (2016), 8% (2017) and 5% (2018), respectively.

Compositions of Peak 75 WG with Regoplant, introduced on the background of seed treatment with Regoplant, demonstrated the most optimal effect on the development of bacteria of rhizosphere of soriz, where the excess to control I was 6–18% over the years.

With regard to the development of micromycetes in rhizosphere of soriz, during 2016–2018, it was active in all variants of the experiment, even at an increased norm of Peak 75 WG 25 g/ha. Also, it should be noted that on the 20th day after the introduction of preparations in comparison with the 10th day in all experimental variants, both over the years and on average over the years of researches, an excess of microbiota development was observed, which is the evidence of the increase of microbiological activity of the soil, which is restored by increasing the period required for metabolism and detoxification of the chemical and reaches its maximum during ear emergence stage-flowering.

Analyzing the growth of ammonification microorganisms over the years of researches on average on the 10th day of determination, we found that with the introduction of herbicide Peak 75 WG 10–25 g/ha in soriz crops, their number

increased to control I by 15–28%, but with the introduction of Peak herbicide 75 WG 10–25 g/ha and PGR Regoplant on the background of seed treatment with PGR Regoplant before sowing, excess to control I was 41–73%. A similar trend was observed in the development of nitrifying microorganisms: with the introduction of Peak 75 WG 10–25 g/ha, their number increased to control I by 3–67%; when introduction of tank mixtures Peak 75 WG 10–25 g/ha with Regoplant on the background of seed treatment – by 44–118%.

Regarding the development of bacteria of *Azotobacter* genus, under the action of herbicide Peak 75 WG with increasing its introduction norm, a tendency to reduce their number was observed, which may indicate some toxic effect of the chemical compound on the given bacterium.

Average of 2016–2018 studies on the 20-th day of the study, the number of nitrifying and ammonification bacteria in rhizosphere of soriz increased compared to the 10-th day of determination; the highest indices of these groups of bacteria were observed in variants Peak 75 WG + PGR Regoplant (plant treatment), where excess to control I was 49–91% and 40–96%.

The sensitivity of bacteria of *Azotobacter* genus to herbicide Peak 75 WG on the 20-th day compared with the 10th day decreased. In all variants with the introduction of Peak 75 WG in norm 10; 15 and 20 g/ha (both separately and in different ways of application of Regoplant), the development of bacteria of *Azotobacter* genus exceeded control I. At the same time, the maximum norm of herbicide (25 g/ha) on the 20-th day somewhat inhibited the development of these microorganisms too, which may indicate that they are sensitive to increased levels of the active substance prosulfuron.

Phytosanitary examinations before the application of the preparations revealed that a mixed type of weed infestation dominated: cleavers (*Gallium aparine* L.), pigweed (*Chenopodium album* L.), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), creeping thistle (*Cirsium arvense* L.), perennial sow thistle (*Sonchus arvensis* L.), green foxtail (*Setaria viridis* L.) and yellow foxtail (*Setaria*

glauca (L.) Pal. Beauv.), barnyard millet (*Echinochloa crusgalli* (L.) Pal. Beauv.) and others.

Introduction of herbicide Peak 75 WG in norms 10; 15; 20 and 25 g/ha on the 30th day of accounting in 2016 provided weed destruction in accordance with the norms by 38; 49; 51 and 56%, by weight – 36; 51; 55 and 59%; when application of Peak 75 WG in norm 10; 15; 20 and 25 g/ha together with Regoplant – 47; 54; 60 and 63% by number, 54; 58; 64 and 67% – by weight, respectively. However, on the background of seed treatment with PGR before sowing and introduction of 75 WG Peak (10–25 g/ha) with Regoplant, the number of weed decreased by 49; 60; 65 and 72%, and their weight – 57; 66; 73 and 76% respectively. In 2017 and 2018, weed control in soriz crops was followed by a similar dependence.

Increasing the number and weight of destroyed weed in soriz crops when application of herbicide along with PGR on the background of seed treatment with PGR may indicate an increase in the competitive ability of the crop to weeds by activating the passage of physiological-biochemical processes, which led to the formation of more powerful formation of aboveground biomass and area of leaf apparatus of crops.

Analyzing the effect of studied preparations on the yield of soriz, it can be noted that herbicide Peak 75 WG in norms 10, 15; 20 and 25 g/ha in 2016 provided a 0,35 increase in crop yields according to herbicide standards; 0,46; 0,68 and 0,45 t/ha against control I. However, a higher yield was formed in the variants of the experiment, where the application of the herbicide was combined with PGR, and the highest – with the introduction of Peak 75 WG along with Regoplant on the background of PGR seed treatment. Thus, with this combination of preparations and the norm of herbicide Peak 75 WG 20 g/ha, the yield exceeded the control I by 0,92 and 1,02 t/ha. The same tendency was typical for 2017 and 2018. On average, over 2016-2018, the highest yield of soriz grain was obtained in variant Peak 75 WG 20 g/ha + Regoplant 50 ml/ha + Regoplant 250 ml/t, where the excess to control I was 1.0 t/ha.

In general, the increase of soriz yield under the action of herbicide occurred both due to the reduction of weed infestation of crops, as indicated by the obtained grain addition in control II, where the preparations were not applied, but manual weeding was performed during the vegetation of the crop, and due to the action of the plant growth regulator, which led to the activation of the passage of the most important physiological-biochemical processes in plants, including photosynthetic.

The influence of the studied preparations on the formation of physical and chemical characteristics of grain quality turned out to be positive too, which increased in comparison with control I. However, in the variant Peak 75 WG 20 g/ha + Regoplant 50 ml/ha + Regoplant 250 ml/t they were the highest, where the mass of 1000 grains, nature and protein content increased by 20; 3 and 11%, respectively.

The results of economic and energy assessment of the effectiveness of the use of the preparations showed that the most economically advantageous was the use of the composition of the preparations Peak 75 WG 20 g/ha + PGR Regoplant 50 ml/t + PGR Replant 250 ml/ha in soriz crops, which provided an increase in the level of profitability of production up to 185% with an additional net profit of 4354 UAH/ha, a return on additional costs of 9,8 times and an energy efficiency ratio of 4,8.

To improve the yield and quality of soriz grain and to reduce the herbicide load on the environment, the production is recommended to apply herbicide Peak 75 WG 20 g/ha in admixture with the plant growth regulator Regoplant 50 ml/ha on the background of seed treatment with the same plant growth regulatore before sowing in the norm 250 ml/t in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine to control dicotyledonous weeds and activate the passage of basic biological processes in plants and soil in crops.

Key words: physiological-biochemical, anatomical-morphological processes, rhizospheric microbiota, weed infestation or crops, herbicide, plant growth regulator, complex application, soriz.

SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE SUBJECT OF THE THESIS

Papers to publish major scientific results of this thesis paper:

1. Karpenko V. P., Shutko S. S., Poltoretskyi S. P. and others. Elements of biologization in horticulture: monograph; edited by V.P. Karpenko. Uman. "Sochinskyi M. M.". 2017. 112 p.
2. Karpenko V. P., Shutko S. S. Chlorophyll content and photosynthetic productivity of soriz plants under the application of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regoplant. Collection of research papers of Uman National University of Horticulture. Uman. 2018. No.93. P. 23–32
3. Karpenko V. P., Shutko S. S. Microbiota abundance of rhizosphere sorizo for use of herbicide and plant growth regulator. Numerosity of microbiota of rhizosphere of soriz under the application of herbicide and plant growth regulator. Taurian Scientific Bulletin. Kherson. 2018. No.102. P. 46–52.
4. Karpenko V. P., Shutko S. S. Enzymatic activity of soriz plants under the application of herbicide and plant growth regulator. Bulletin of Uman National University of Horticulture. Uman. 2018. No.2. P. 68–73.
5. Karpenko V. P., Shutko S. S., Hnatiuk M. H. Anatomic-morphological changes of soriz leaf surface under the application of biologically active substances. Collection of research papers of Uman National University of Horticulture. Uman. 2018. No.94. P. 264–274.
6. Karpenko V. P., Shutko S. S. Lipoperoxidation and enzymatic processes in soriz plants under the application of herbicide and plant growth regulator. Scientific reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, [S.l.], n. 6 (76), Dec. 2018. ISSN 2223-1609. Available at: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>>. Date of access: 29 th January. 2019.

Papers proving this thesis paper materials validation:

7. Karpenko V.P., Hrytsaienko Z.M., Shutko S.S. and others. Biologized technology of cultivation of miliary (common millet, grain sorghum, soriz): recommendations for production; edited by V. P. Karpenko. Uman. "Vizavi", 2016. 24 p.

8. Karpenko V. P., Shutko S. S. Yield of soriz under the application of herbicide Peak 75 WG and growth regulator Regoplant. Proceedings of All-Ukrainian Scientific-Practical Conference “Ecologically safe, highly productive use of soil and application of fertilizers”. Uman. March 29, 2017. P. 18–19.
9. Karpenko V. P., Shutko S. S. Chlorophyll content in soriz plants under the application of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regoplant. XIV International Scientific Conference of Students and Graduate Students “Youth and the Progress of Biology”, dedicated to the 185th anniversary of B. Dybovskiy’s birthday. Lviv. April 10–12, 2018. P. 310–311.
10. Karpenko V. P., Shutko S. S. The activity of bacteria of *Azotobacter* genus in rhizosphere of soriz under the application of herbicide and plant growth regulator. Collection of scientific works on the basis of materials of the International scientific-practical conference “News of science and applied scientific developments”. Lviv. October 28. 2018. P. 71–72.
11. Karpenko V. P., Shutko S. S. Photosynthetic productivity of soriz plants under the application of herbicide and plant growth regulator. Proceedings of All-Ukrainian scientific-practical conference “Ternopil Biological Readings”. Ternopil bioscience. April 19–21, 2018. Ternopil. 2018. P. 104–107.
12. Karpenko V. P., Shutko S. S. Dependence of the numerosity of rhizospheric microbiota of soriz on the action of biologically active substances. Materials of the XIII Scientific conference of young scientists “Microbiology in modern agricultural production”, dedicated to the 100th anniversary of the founding of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Chernihiv. October 24–25, 2018. Chernihiv. 2018. P. 47–49.
13. Karpenko V. P., Shutko S. S. Catalase activity in soriz leaves under the application of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regoplant. Proceedings of the Second international scientific-practical conference “Prospective ways of the development of scientific knowledge”. Kyiv. January 26–27, 2019 (Part I). Kiev. 2019, P. 53–55.

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	26
ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ – В ҐРУНТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ СОРГОВИХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	35
1.1. Особливості роздільного й інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин	35
1.2. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та мікробіологічна активність ґрунту за обробки посівів гербіцидами і регуляторами росту рослин	38
1.3. Продуктивність посівів соргових та інших сільськогосподарських культур за дії гербіцидів і регуляторів росту рослин.....	46
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	51
2.1. Місце проведення досліджень.....	51
2.2. Метеорологічні та ґрунтові умови проведення дослідів.....	52
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень.....	56
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ СОРИЗУ ЗА РОЗДІЛЬНОГО Й ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН	63
3.1. Ферментативна активність.....	63
3.2. Вміст та співвідношення пігментів.....	81
3.3. Анатомо-морфологічні зміни листкового апарату.....	89

3.4. Надземна біомаса рослин соризу.....	104
3.5. Фотосинтетична продуктивність.....	110
РОЗДІЛ 4. МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ В ПОСІВАХ СОРИЗУ ЗА РОЗДІЛЬНОЇ ТА ІНТЕГРОВАНОЇ ДІЇ ГЕРБИЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН.....	117
4.1. Загальна чисельність основних таксономічних груп мікробіоти.....	117
4.2. Ріст і розвиток окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів.....	123
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРИЗУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕРБИЦИДУ ПІК 75 WG ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ.....	132
5.1. Забур'яненість посівів соризу.....	132
5.2. Урожайність і якість зерна.....	138
5.3. Економічна та енергетична ефективність.....	143
ВИСНОВКИ.....	150
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	152
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	153
ДОДАТКИ.....	188

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- АТФ – аденозинтрифосфат
АФК – активні форми кисню
БАР – біологічно активна речовина
в.г. – водорозчинні гранули
д.р. – діюча речовина
КУО – колонієутворюючі одиниці
МДА – малоновий диальдегід
МПА – м'ясопептонний агар
МПБ – м'ясопептонний бульйон
ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів
РРР – регулятор росту рослин
ФПП – фотосинтетична продуктивність посівів
Хл – хлорофіл
Хл *a* – хлорофіл *a*
Хл *b* – хлорофіл *b*
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу
СОД – супероксиддисмутаза
GST (GST) – глутатіон-S-трансфераза

ВСТУП

На початку XXI ст. у розвинених країнах світу простежується щорічний приріст аграрної продукції в середньому на 2,0–2,5% за рік, що є наслідком постійного удосконалення агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур. Разом з тим, інтенсифікація агротехніки призводить до посилення деградації ґрунтів, забруднення їх хімічними речовинами, що в цілому погіршує екологічну ситуацію та зумовлює необхідність зміни сучасної стратегії землеробства. Тому, нині простежується гостра потреба в екологізації та біологізації землеробства. Перші кроки в цьому напрямку вже здійснено в країнах Європи і США, де широко впроваджуються та випробовуються альтернативні системи землеробства, які мінімалізують застосування пестицидів за допомогою включення в технології вирощування сільськогосподарських культур елементів біологізації, завдяки яким родючість ґрунтів відтворюється та підвищується шляхом оптимізації проходження мікробіологічних й інших процесів [1].

Нині вагомим чинником та елементом біологізації в технологіях вирощування сільськогосподарських культур постають регулятори росту рослин (біостимулятори).

За останні 15 років на основі найновітніших наукових досягнень з хімії та біології було створено принципово нові, високоефективні регулятори росту рослин, здатні шляхом оптимізації проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів істотно підвищувати врожаї сільськогосподарських культур. Результати широких наукових досліджень показали, що їх впровадження у виробництво може сприяти значному підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва [2].

Наразі у світі простежується не тільки тенденція до удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур у напрямку їх біологізації, а й вводяться в вирощування нові культури, що за своїми господарськими ознаками значно переважають традиційні. Однією з таких

культур є сориз (сорго рисозерне), що поєднує у собі життєві характеристики сорго та смакові якості рису. Так, за гостропосушливих умов сориз формує урожайність не менше 70 ц/га, оптимальних – 50 ц/га за склоподібності зерна 85–95% і вмістом білка – 13–15%, крохмалю – 62–68%, жиру – 4–5%, клітковини – 1,6–2,7% [3, 4].

Зерно соризу характеризується високотехнологічністю переробки та високою харчовою цінністю [5].

На жаль, вирощування соризу базується на технології сорго, але сам сориз має низку біологічних особливостей. Тому вирощування соризу за технологією сорго не дає можливості розкрити повністю його потенціал, особливо це простежується за використання елементів біологізації культури. Зважаючи на це, виникає актуальна необхідність диференціації окремих елементів технології вирощування соризу залежно від потреб культури, фітосанітарного стану посівів та агрокліматичних умов, що набуває важливого значення за мети зниження негативного впливу на агроценози хімічних сполук, у тому числі й гербіцидів.

Актуальність теми. Нині технології вирощування сільськогосподарських культур удосконалюються за рахунок використання технічних засобів обробітку ґрунту, застосування хімічних засобів різного господарського призначення тощо, проте останні є небезпечними як для агроценозів, так і для навколишнього природного середовища, особливо за порушення умов та регламентів використання.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є поступове наближення технологій вирощування сільськогосподарських культур до адаптивного землеробства, що включає використання нових культур і сортів з високою екологічною пластичністю, та зменшення або повне заміщення використання в таких технологіях хімічних речовин біологічними, зокрема природного походження зі стимулювальними властивостями – регуляторів росту рослин. Введення у технологію вирощування одного чи кількох таких елементів забезпечить зменшення пестицидного навантаження на посіви,

стимулюватиме розвиток корисної мікробіоти, проходження у рослинах фізіолого-біохімічних та продукційних процесів.

Дослідженню питання введення в технології вирощування сільськогосподарських культур регуляторів росту рослин, у тому числі й природного походження, та використання їх роздільно і в сумішах з хімічними речовинами присвячено низку праць вчених: К. Федтке, 1985; О. І. Терек, 2004; В. П. Дєєвої, 2008; З. М. Грицаєнко, 2010; В. П. Карпенка, 2012; С. П. Пономаренка, 2017 та ін.

Однак нинішній наявний експериментальний матеріал не містить даних стосовно роздільного та поєднаного застосування регуляторів росту рослин і гербіцидів у технології вирощування малопоширеної, проте досить перспективної культури – соризу. Тому, не вивченою залишається низка питань дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах соризу, формування ними врожайності і якості врожаю. У зв'язку з цим, розробка та впровадження окремих елементів використання регуляторів росту рослин і гербіцидів у технології вирощування соризу, що ґрунтуються на всебічному вивченні фізіологічних змін у рослинах і мікробіологічних – у ґрунті, є вкрай необхідними та актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є результатом наукової роботи автора, яка виконувалась упродовж 2016–2018 років і 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 агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було з'ясування проходження у рослинах соризу фізіологічних процесів та мікробіологічних – у ґрунті за дії гербіциду Пік 75 WG, внесеного за різних способів застосування PPP Регоплант; вивчення їх впливу на формування продуктивності посівів і якості врожаю та обґрунтування і впровадження у виробництво економічно обґрунтованих та екологічно безпечних заходів з комплексного застосування даних препаратів.

Для дослідження поставленої мети передбачалось вирішити наступні завдання:

- дослідити фізіолого-біохімічні зміни в рослинах соризу (спрямованість проходження ліпопероксидаційних процесів, активність основних антиоксидантних ферментів, формування пігментного комплексу) за використання різних норм гербіциду Пік 75 WG та способів застосування PPP Регоплант;
- простежити зміни в анатомо-морфологічній будові епідермісу листків соризу за дії гербіциду і регулятора росту рослин, а також з'ясувати їх взаємозв'язок із формуванням площі листкового апарату, надземної біомаси і фотосинтетичної продуктивності посівів;
- з'ясувати вплив досліджуваних препаратів на кількісний і якісний склад ризосферної мікробіоти в посівах соризу;
- оцінити вплив застосування препаратів на формування продуктивності посівів соризу і якість одержаного врожаю;
- дати економічне й енергетичне обґрунтування комплексному застосуванню гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант у технології вирощування соризу та розробити і впровадити у виробництво науково обґрунтовані заходи з їх комплексного використання.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу та мікробіологічні – в ґрунті за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP

Регоплант.

Предмет дослідження – сорт соризу Титан, гербіцид Пік 75 WG, регулятор росту рослин Регоплант.

Методи дослідження. Польовий – закладання досліду в польових умовах для з'ясування ефективності дії різних норм та композицій гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант. Лабораторний – дослідження мікробіологічними, анатомо-морфологічними та фізіолого-біохімічними методами кількісних і якісних змін у ґрунті й рослинах соризу. Вегетаційний – закладання дослідів у жорстко контрольованих умовах з метою більш детального з'ясування особливостей дії препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу. Статистичний – визначення на основі дисперсійного та кореляційного аналізів достовірності одержаних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено, що застосування у посівах соризу різних норм гербіциду Пік 75 WG у сумішах з регулятором росту рослин Регоплант та на фоні обробки цим же регулятором росту рослин перед сівбою насіння зумовлює підвищення у рослинах антиоксидантного статусу, зокрема за участі основних ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази), активність яких зростає на 8–53%. З'ясовано зменшення негативної дії ксенобіотика на рослини соризу за комплексного використання гербіцидного агента з рістрегулятором, що простежується в накопиченні зниженої концентрації малонового диальдегіду в рослинах на фоні зростання активності глутатіон-S-трансферази.

Досліджені та виявлені закономірності з впливу різних норм гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант на формування пігментного комплексу в листках рослин соризу та на спрямованість проходження у них фотосинтетичних процесів. Доведено, що за комплексного використання препаратів чиста продуктивність фотосинтезу посівів соризу зростає на 11–18%.

Вперше, ґрунтуючись на фізіологічних та біохімічних змінах у рослинах соризу, доведена можливість зменшення негативної дії гербіциду завдяки протекторній та антистресовій дії регулятора росту рослин, що за комплексного застосування препаратів створює передумови для зниження хімічного навантаження на посіви.

Доведено, що залежно від способу застосування PPP Регоплант у поєднанні з гербіцидом Пік 75 WG у листках соризу відбуваються анатомічні зміни, які визначають формування розмірів листкового апарату та впливають на його функціональну активність.

Поглиблено дослідження з вивчення дії різних норм гербіциду Пік 75 WG, внесених за різних способів використання PPP Регоплант, на формування мікробних угруповань ризосфери соризу. Залежно від способу поєднання застосування препаратів виявлені оптимальні за дією на розвиток ґрунтової мікробіоти композиції.

За результатами досліджень розроблені науково обґрунтовані, екологічно безпечні, енергозберігаючі заходи із застосування гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант у посівах соризу, які дозволяють на 29% підвищити продуктивність культури та покращити якісні показники зерна за мінімального негативного впливу гербіциду на агроценози і навколишнє природне середовище.

Розроблені елементи технології вирощування соризу можуть слугувати основою для створення й розробки біологізованих технологій вирощування інших соргових культур.

Практичне значення результатів. За результатами експериментальних досліджень доведена можливість комплексного застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант з метою підвищення продуктивності посівів і покращення якості зерна. Науково обґрунтовані результати досліджень пройшли виробничу перевірку в технології вирощування соризу в умовах ФГ «Бригадира П. С.» с. Кам'яна Криниця, Ульяновського району,

Кіровоградської області (акт впровадження від 5 грудня 2018 року) (Додаток Ж.1) та ПП «Агро Форт» с. Мечиславка, Ульяновського району, Кіровоградської області (акт впровадження від 30 грудня 2018 року) (Додаток Ж.2) на площі 20 га, де забезпечили одержання високого економічного прибутку.

Матеріали дисертаційної роботи апробовані при викладанні дисциплін «Фізіологія рослин» і «Мікробіологія» в Уманському національному університеті садівництва та лягли в основу рекомендацій виробництву «Біологізована технологія вирощування просоподібних злаків» (Умань, 2017).

Особистий внесок здобувача. Полягає у самостійному опрацюванні наукової літератури за темою дисертації, оволодінні методиками досліджень, виконанні польових, вегетаційних і лабораторних досліджень, узагальненні отриманих результатів, формуванні основних положень дисертаційної роботи, написанні наукових статей та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення, що викладені в дисертації доповідались і обговорювались на щорічних та розширених засіданнях кафедри біології Уманського національного університету садівництва і проблемної лабораторії із розробки ефективних заходів боротьби із бур'янами від Міністерства аграрної політики та продовольства України (2016–2018 рр.); Міжнародній науковій конференції «Молодь і поступ біології, присвяченій 185-й річниці від дня народження Б. Дибовського» (м. Львів, 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки» (м. Львів, 2018); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив» (м. Умань, 2017); Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій 20-річчю заснування Галицького біостаніонару Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (м. Тернопіль, 2018);

XIII Науковій конференції молодих вчених, присвяченій 100-річчю з дня заснування Національної академії аграрних наук України (м. Чернігів, 2018);
II Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективні шляхи розвитку наукових знань» (м. Київ, 2019).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлено в 13 публікаціях, у тому числі: 5 – у фахових виданнях, що входять до наукометричних баз, з них 1 – в електронному фаховому виданні; 1 – монографія; 1 – рекомендації виробництву; 6 – тез доповідей на наукових конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 216 сторінках машинописного тексту, в т. ч. 125 – основного тексту, включаючи 25 таблиць і 5 рисунків. Вона складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 305 найменувань, з них 28 латиницею.

РОЗДІЛ 1
ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ТА
МІКРОБІОЛОГІЧНІ – В ҐРУНТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДІВ І
РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ПОСІВАХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ
СОРГОВИХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Особливості роздільного й інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин

Ще від початку зародження землеробства основною проблемою аграріїв було збільшення урожайності посівів, задля чого увесь час відбувалось удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур і цей процес триває й нині. Разом із технологіями виникло багато проблем, пов'язаних з ними, зокрема проблема забур'яненості посівів, яку суттєво вдалося вирішити лише у першій половині ХХ століття. В той час ученими з Великобританії та США було синтезовано перший гербіцид групи 2,4-Д, який показав здатність вибіркової фітотоксичності [6]. Так, у 1946 році компанією «Дюпон» було налагоджено виробництво 2,4-Д, що став першим селективним гербіцидом, і установив нові технологічні заходи в сфері вирощування зернових.

Нині, як і багато років тому, врожайність сільськогосподарських посівів залежить від низки агротехнічних чинників, серед яких першочерговою є проблема забур'яненості посівів, вирішити яку в сучасних технологіях без внесення гербіцидів не можливо [7, 8].

Ученими впродовж багатьох десятиліть ведеться робота з вивчення фізіологічних аспектів дії гербіцидів різного походження у посівах сільськогосподарських культур [9, 10]. Їхніми роботами доведено, що окрім здатності знищувати небажану рослинність, гербіциди, будучи фізіологічно

активними речовинами, здатні проникати в культурні рослини і порушувати метаболізм, та впливати на розвиток ризосферної мікробіоти [11]. Також науковцями встановлено, що вплив гербіцидів на рослини залежить як від терміну й норм їх внесення, так і від умов навколишнього середовища [12–19].

Наростаюча негативна дія сучасних гербіцидів на культурні рослини та навколишнє природне середовище зумовила потребу в розробці технологій, де дія ксенобіотика на рослину була б мінімальною або виключалась повністю. Тому, нині такі технології передбачають біологізацію або включення окремих елементів біологізації, серед яких першочерговим є використання препаратів природного походження. Проте перехід до повністю біологізованих технологій призводить до різкого росту забур'яненості посівів, особливо просапних культур (соргових, кукурудзи тощо), що є причиною недоотримання значної частини урожаїв [20, 21]. У зв'язку з цим, повна відмова від застосування гербіцидів на даному етапі розвитку сільського господарства є не доцільною, водночас знижувати негативний вплив гербіцидів на агроценози можливо включенням у технології вирощування сільськогосподарських культур елементів біологізації [22, 23].

Одним із елементів біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур може бути застосування в таких технологіях регуляторів росту рослин природного походження, які є сполуками з високою фізіологічною активністю, що здатні в малих концентраціях позитивно впливати на обмінні процеси в рослинах та підвищувати їх імунітет, конкурентну здатність до бур'янів та продуктивність [24–27]. Низкою праць [22, 28, 29] доведено, що регулятори росту рослин зосереджують свою дію в рослинних клітинах, регулюючи баланс фітогормонів, чим впливають на ростові процеси і вегетацію культури в цілому. Також вони стимулюють проходження в рослинах обмінних процесів та сприяють більш повному розкриттю генетичного потенціалу [30, 31].

Регулятори росту рослин можуть використовуватись у технологіях вирощування сільськогосподарських культур як для обприскування вегетуючих рослин, так і для передпосівної обробки насіння, або ж в комплексі – обробка насіння + обприскування рослин по вегетації. Комплексне застосування регуляторів росту рослин є більш виправданим, оскільки при цьому продуктивність посівів зростає в рази [32,33].

Використання регуляторів росту рослин для обприскування посівів дає можливість поєднати їх в одній технологічній операції із застосуванням пестицидів, у тому числі й гербіцидів [22]. При цьому додавання регуляторів росту рослин до розчину пестициду дозволяє зменшити кратність обробок, норми внесення останніх, а звідси – виключити залишки хімічних речовин у кінцевій продукції [34]. Це досягається за рахунок підвищення, під дією регуляторів росту рослин, стійкості рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища [35–41]. Так, на прикладі Альбіту доведена можливість зниження стресового впливу гербіциду на посіви пшениці [42]. У цілому, зданість регуляторів росту рослин зумовлювати стресозниження, забезпечує підвищення продуктивності посівів на 10–25% з отриманням значного додаткового прибутку [43–45].

Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження (хімічного і біологічного) підтверджується багатьма дослідженнями, в ході яких встановлено, що таке поєднання забезпечує пришвидшення детоксикації ксенобіотика в рослинах [22, 46].

Низкою праць З. М. Грицаєнко і В. П. Карпенка [47–49] доведено, що при внесенні гербіцидів у комплексі з біологічними препаратами детоксикація хімічних речовин в рослинах інтенсифікується, тому стресовий період значно скорочується, ендогенні системи рослин швидше відновлюють свою роботу, а антиоксидантна система – залишається досить активною впродовж всього періоду вегетації культури.

Дослідженнями К. В. Корсакова із співавторами [50] встановлено, що внесення 80% від рекомендованої норми гербіциду в комплексі з

регулятором росту рослин не призводить до зменшення захисного ефекту, а навпаки, в деяких випадках забезпечує більш відчутне пригнічення розвитку бур'янового компоненту агроценозу.

Отже, питання комплексного застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин у посівах сільськогосподарських культур має всі підстави до подальшого активного вивчення, особливо з позиції зменшення негативного впливу на рослини і навколишнє природне середовище та підвищення продуктивності посівів. Досить актуальним це питання є й з огляду на таку культуру як сориз та інші соргові, де можливість використання гербіцидів і їх сумішей з регуляторами росту рослин не вивчалась взагалі.

1.2. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та мікробіологічна активність ґрунту за обробки посівів гербіцидами і регуляторами росту рослин

Доведено, що гербіциди є високоактивними сполуками, що здатні суттєво впливати на фізіологічний стан рослин [51]. Проникаючи через листову пластинку, вони долають певні тканини і клітини, де зумовлюють порушення основних метаболічних процесів [52]. Детоксикація гербіцидів у рослинах проходить шляхом окиснення або гідролізу [11], при цьому значну участь відіграють цитохром Р₄₅₀-залежні монооксигенази [53] та ферментативні системи, наприклад, глутатіон-S-трансферази [54].

Наслідком проникнення в культурні рослини токсиканта є стрес, який супроводжується утворенням у рослині активних форм кисню (АФК), а тому стійкість рослин до дії токсиканта напряму пов'язана з інтенсивністю генерації АФК [55–57].

АФК продукуються внаслідок окисно-відновних реакцій та в реакціях 1-3 електронного відновлення кисню за рахунок ферментативного окиснення [58, 59].

Для ліквідації АФК у рослинах інтенсифікується робота ферментативних систем та антиоксидантів: супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази, глутатіону, аскорбінової кислоти тощо [60, 61].

СОД – каталізує реакцію утворення пероксиду водню із супероксидного атом-радикала [62]. У подальшому, важливе значення в ліквідації отруйного для рослин пероксиду водню відіграють ферменти – каталаза й пероксидаза [63, 64].

Багатьма дослідженнями доведено [65–67], що за обробки посівів сільськогосподарських культур гербіцидами (навіть в оптимальних нормах) активність каталази й пероксидази в рослинах значно зростає, що є наслідком цілеспрямованого впливу даних ферментів на зниження в тканинах концентрації пероксиду водню.

Встановлено, що, якщо рослині не вдається знизити рівень АФК у тканинах, то можливий розвиток оксидативного стресу, який супроводжується пероксидним окисненням ліпідів (ПОЛ) [68–71]. У випадку з гербіцидами ПОЛ може слугувати чинником пошкоджуючої дії [72].

Наслідком первинної негативної дії ПОЛ у тканинах рослин може бути порушення синтезу пігментів, а звідси – процесу фотосинтезу [73]. Зниження вмісту в рослинах хлорофілу за дії гербіцидів обумовлене його руйнуванням АФК, або ж – результатом пошкодження мембран [74, 75].

Гербіциди, потрапляючи в рослину, здатні транслокалізуватися в меристематичних тканинах, чим зумолюють вплив на ростові процеси – формування листкового апарату, надземної біомаси й ін. [76]. Як правило, гербіцидні препарати у високих концентраціях зумовлюють зменшення розмірів клітин листкового апарату, що призводить до дрібноклітинності покривних тканин листка та слугує ознакою ксерофітності, яка характерна для рослин, що ростуть і розвиваються за несприятливих чинників довкілля [77–79]. Наприкладі гербіциду 2,4-Д у посівах кукурудзи, внесеного в нормах 1,0–2,0 л/га, встановлено зростання у 1,8–2,5 рази площі провідних тканин, а за норм 3,0–4,0 л/га – різке зменшення [80].

На жаль, менш вивченою на фізіологічний стан рослин є сумісна дія гербіцидів і регуляторів росту рослин, проте як свідчать деякі джерела [81] екзогенні регулятори, проникаючи в рослину, здатні змінювати співвідношення і концентрацію ендогенних фітогормонів. При цьому їх уміст змінюється в бік переважання гормонів-стимуляторів [82]. Так, наприкладі ячменю ярого, обробленого Епіббрасинолідом, виявлене в тканинах рослин у 6–12 разів зростання зеатинрибозиду [83]. Окрім позитивного впливу регуляторів росту рослин на ендогенний фітогормональний баланс, доведена їх здатність знижувати в рослинах перебіг реакцій ПОЛ, що виражається в пригніченні нагромадження у тканинах малонового диальдегіду [84].

Пригнічення реакцій ПОЛ у рослинах за дії регуляторів росту рослин стимулює нагромадження рослинами хлорофілу [85] та позитивно впливає на проходження процесу фотосинтезу [86], наслідком чого є наростання площі листового апарату, надземної біомаси та підвищення продуктивності посівів [76, 87–91].

Сумісна дія гербіцидів і регуляторів росту рослин на фізіологічний стан рослин є неоднозначною, однак більшість дослідників констатують позитивну дію на рослини з боку впливу в таких сумішах регуляторів росту рослин [22]. Так, у своїх дослідженнях В. П. Карпенко [91] встановив, що поєднання у бакових сумішах гербіциду Гранстар 75 і гербіциду 2,4-ДА 500 з біологічним препаратом Емістим С зумовлює значне зростання активності ферментів класу оксидоредуктаз – каталази, пероксидази, поліфенолоксидази і аскорбатоксидази, що може свідчити про підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинному організмі, направлених на ліквідацію шкідливих для рослини продуктів метаболізму, індукованих впливом гербіцидів.

Дослідженнями З. М. Грицаєнко та А. О. Чернеги [92] встановлено, що гербіцид Калібр 75 позитивно впливав на проходження обмінних реакцій у рослинах, що супроводжувалось активізацією ферментів окисно-відновного характеру дії (каталази, пероксидази, аскорбінатоксидази). Разом з тим

сумісне внесення Калібру 75 з регулятором росту рослин Біолан значно посилювало у рослинах ячменю озимого процеси окисно-відновного характеру дії, ніж за самотійного внесення гербіциду.

У досліджах С. А. Шумік та ін. [93] аналізувався вплив Агростимуліну, Триплану та Емістиму С на функціонування ферментних систем рослин пшениці озимої під час колосіння. Було встановлено, що препарати активізують нітратредуктазну систему верхівкового листка, що сприяє кращому засвоєнню рослинами азоту.

В дослідженнях І. Б. Леонтюк [94] встановлено, що під впливом Агростимуліну в рослинах пшениці озимої у фазі колосіння активність каталази збільшувалась в 1,8 рази, пероксидази – в 1,1, поліфенолоксидази – в 1,3 рази.

Гербіциди й регулятори росту рослин, змінюючи антиоксидантний статус рослин, зумолюють зміни в пігментному комплексі сільськогосподарських культур. Так, як встановлено дослідженнями З. М. Грицаєнко [95], Р. М. Притуляка [96], D. Kim et al. [97] та К. Kreuz et al. [98], на синтез хлорофілу в значній мірі можуть впливати гербіциди, які залежно від виду препарату та норм внесення, сприяють підвищенню або зниженню його вмісту у листках сільськогосподарських культур.

Іншими дослідженнями з'ясовано, що гербіциди також здатні певним чином впливати на фотосинтетичний процес у культурних рослинах, про що свідчать зміни флуоресценції хлорофілу та порушення співвідношення хлорофілів *a/b* у листках пшениці за дії Параквату [99], зниження вмісту пігментів у лисках редису за дії норфлуразону [100]. На противагу цьому М. П. Радченко з співавторами [101] стверджують, що за дії гербіцидів у посівах сої спостерігалась тенденція до зростання вмісту хлорофілів у листках культури на 19-ту добу після внесення, що може свідчити про прояв компенсаторного ефекту.

Зміни в пігментному комплексі рослин за дії гербіцидів і регуляторів росту рослин відповідним чином позначаються на формуванні листкового апарату, надземної маси та фотосинтетичній продуктивності рослин.

Дослідженнями вітчизняних учених встановлено, що гербіциди і регулятори росту, як високоактивні сполуки, мають суттєвий вплив на нагромадження вегетативної маси культурних рослин [102–104]. Так, у дослідах З. М. Грицаєнко і В. П. Карпенка [105], під час внесення гербіциду Лінтуру в нормах 90, 100, 120 і 140 г/га середня маса рослин ячменю збільшувалась відповідно на 10; 17; 12 і 1% у відношенні до контролю. При застосуванні цих же норм гербіциду Лінтуру в сумішах із біопрепаратом Агат 25-К у нормі 20 мл/га надземна маса ячменю ярого збільшувалась на 14; 30; 20 і 8% відповідно.

За дії різних норм гербіциду Гранстар, внесених без регулятора росту рослин й сумісно з Емістимом С, відмічено посилення процесів нагромадження сухих речовин у листках ячменю ярого. Зокрема, найвищі показники вмісту сухих речовин були встановлені у варіантах досліду із застосуванням 10 і 15 г/га Гранстару сумісно з Емістимом С, що складало відповідно 53 і 73% при 41% у контролі [106].

З'ясовано, що гербіциди в значній мірі можуть впливати на формування фотосинтетичного апарату сільськогосподарських культур. Так, З. М. Грицаєнко та ін. [107–109], вивчаючи вплив різних норм гербіцидів Тарги супер, Лінтуру, Дуалу Голд на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах сої і ячменю ярого, встановили, що досліджувані препарати стимулюють наростання листкової поверхні рослин. Аналогічні результати одержано при застосуванні в посівах тритикале озимого гербіцидів Пріми та Пуми супер, внесення яких також стимулювало збільшення асиміляційної поверхні листків у порівнянні з контролем [110].

Крім позитивної дії гербіцидів на формування листкової поверхні в дослідженнях І. О. Огінової [111], Н. О. Хромих та ін. [112], С. М. Крамарьова із співавторами [113] відмічається негативний вплив

гербицидів на формування площі листків рослин сорго і Ацетохлору та Харнесу – кукурудзи.

Фотосинтетична продуктивність рослин у значній мірі визначається рівнем нагромадження в асиміляційних органах пігментів. Уміст пігментів, а також співвідношення між ними, є фізіологічною характеристикою листка і рослини в цілому [114].

Л. В. Розборська [115] відмічала збільшення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої за дії гербициду Естерону (0,8; 1,0; 1,2 л/га) в суміші з Емістимом С (5 мл/га) порівняно з контролем без використання препаратів на 29–37%.

За даними З. М. Грицаєнко і О. І. Заболотного [116], при застосуванні у посівах кукурудзи гербициду Базис 75 (20 г/га) вміст зелених пігментів перевищував контроль на 7%. Сумісне застосування гербициду Базис (20 г/га) і РРР Зеастимулін сприяло підвищенню вмісту суми хлорофілів $a+b$ порівняно із контрольним варіантом на 12%.

Згідно проведених досліджень О. І. Заболотного [117] чиста продуктивність фотосинтезу посівів кукурудзи за внесення гербициду Трофі 90 у нормі 1,5 л/га зростає проти контролю І на $0,52 \text{ г/м}^2$ за добу (на 11%), 2,5 л/га – на $0,99 \text{ г/м}^2$ за добу (на 21%) при $\text{NIP}_{05} 0,20 \text{ г/м}^2$ за добу. При дії Трофі 90 у нормі 3,5 л/га продуктивність фотосинтезу хоча і перевищувала контроль І на $0,33 \text{ г/м}^2$ за добу, однак була найменшою серед варіантів дослідження із дією різних норм гербициду.

Питання взаємозв'язку між рослинами і мікробіотою за дії фізіологічно активних речовин не можна розглядати без такого ключового чинника як ґрунт, де вирішальну роль у формуванні його родючості відіграє видовий і кількісний склад ґрунтової мікробіоти [118, 119]. Ґрунтові мікроорганізми є важливою ланкою, що забезпечує рослину елементами живлення, тому збагачення ризосферного шару ґрунту в посівах таких культур як сорго, просо, пшениця, рис та ін. асоціативними азотфіксувальними бактеріями та іншими агрономічно цінними мікроорганізмами має велике значення для

підвищення врожайності посівів [120–124]. Саме ризосфера сільськогосподарських культур є тою ланкою, де відбувається тісна взаємодія рослини з мікробіотою, тому будь-які порушення фізіологічного стану рослинного організму відображаються на її складі і чисельності [125].

У процесі життєдіяльності рослини виділяють у ґрунт вуглеводи, вітаміни, мінеральні сполуки та інші речовини, так звані ексудати, які слугують для мікробіоти живильним середовищем, проте й самі мікроорганізми продукують низку біологічно активних сполук, що стимулюють ріст і розвиток рослин [126, 127].

Дія гербіцидів, внесених окремо або в сумішах з біологічними препаратами, на ґрунтову мікробіоту є неоднозначною, що проявляється в її стимулюванні або пригніченні.

Так, за даними З. М. Грицаєнко та А. В. Заболотної [128], під дією гербіциду Лінтуру у нормі 120 г/га кількість нітрифікаторів I фази нітрифікації в посівах пшениці ярої зростала на 10%, а за дії 150 г/га – на 17%. Менш активно, але краще ніж у контролі розвивалась ґрунтова біота за дії 180 г/га Лінтуру. Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів I фази нітрифікації за дії 150 г/га Лінтуру та 180 г/га Лінтуру у суміші з Емістимом С перевищувала контрольний варіант відповідно до норм препаратів на 22 та 19%.

Застосування в посівах ячменю озимого гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га сумісно з Біоланом також сприяло збільшенню загальної чисельності мікроорганізмів у зоні коренів на 25-у добу обліку [129].

За даними З. М. Грицаєнко та Р. М. Притуляка [130], під дією гербіцидів Пуми супер і Пріми асоціативні мікроорганізми роду азотобактер проявляли значну чутливість до препаратів, особливо при внесенні підвищених норм хімічних реагентів на десятій день обліку. 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 досліду на 25-у добу після застосування препаратів.

Про зниження активності різних груп мікроорганізмів у своїх дослідженнях з Атразином, Лонтрелом та 2,4-ДА вказують А. М. Алієв та ін. [131].

На зниження чисельності актиноміцетів і грибів під дією Метахлору в нормах 2,6 та 4,1 кг/га повідомляють Е. І. Уласович та ін. [132], водночас кількість споруутворювальних бактерій при цьому зростала.

У дослідах з пшеницею озимою, вирощеною на фоні застосування Раундапу (4,0 л/га) та обприскування посівів Діаленом (2,5 л/га), було відмічено зменшення числа стрептоміцетів, амоніфікувальних і амілолітичних мікроорганізмів у 3,0–3,6 рази, а грибів, педотрофних, аміотрофних бактерій – у 1,6–2,2 рази [133].

За дії таких гербіцидів як Монурон, Небурон, Діурон, Тилам, Фалон, Сезон, Амібен, Солан, Хлоразид, Дінабен, концентрація яких становила від 0,1–0,7%, мало місце пригнічення розвитку асоціативних бактерій роду *Azotobacter* [134]. Водночас за використання гербіциду Глін у нормі, що дорівнювала 100 виробничим, виявлено стимулювання розвитку гетеротрофних бактерій і мікроскопічних грибів [135].

Дослідження, виконані С. В. Лисенком із співавторами [136], засвідчили, що гербіциди Дікопур Ф (1,0 л/га), Лентипур (1,5–2,0 л/га), Трезор (1,2 л/га) на 5-ту добу після застосування зменшували загальну кількість грибів в 1 г ґрунту. На 30-ту добу їх кількість наближалась до контролю. Найбільш стійкими до дії гербіцидів виявилися споруутворюючі бактерії, актиноміцети і гриби родів *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*.

За даними А. С. Самсонової та ін. [137, 138], гербіцид Симазин, внесений у нормі 12 кг/га, тимчасово пригнічував мікробіологічні процеси в шарі ґрунту 0–5 см. При збільшенні норм препарату до 20–30 кг/га спостерігалось зниження чисельності грибів, целюлозолітичних і

спороутворюючих мікроорганізмів у 2–2,5 рази, а мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот – 4,9–5,8 рази.

Отже, наведені дані стосовно розвитку ґрунтової мікробіоти в посівах різних сільськогосподарських культур за дії гербіцидів та препаратів рістрегулювальної дії є неоднозначними, що може свідчити про вплив на мікроорганізми норм внесення препаратів, природи хімічного агента, погодних умов тощо. Тому, питання розвитку ризосферної мікробіоти в посівах соризу за дії гербіциду і регулятора росту рослин є актуальним та потребує вивчення.

1.3 Продуктивність посівів соргових та інших сільськогосподарських культур за дії гербіцидів і регуляторів росту рослин

Дані Міністерства сільського господарства США свідчать, що Україна входить у першу десятку за урожайністю сорго, разом з тим у Європейському Союзі урожайність соргових культур складає в середньому 57 ц/га, тоді як в Україні 39 ц/га [139, 140].

Дослідженнями науковців встановлено [141–143], що з таких агротехнічних факторів як погодні умови, густина стояння рослин, заходи захисту посівів від бур'янів та тип ґрунту на ріст, розвиток, а в подальшому і на продуктивність соргових [144] найсуттєвіше впливають заходи захисту посівів від бур'янів. Як показує досвід, продуктивність сучасних сортів сорго реалізується лише на 50% від можливої, що обумовлено відсутністю рекомендацій щодо оптимальних норм внесення добрив та неналежного захисту посівів від бур'янів. Оскільки соргові культури на ранніх етапах свого органогенезу дуже чутливі до присутності бур'янового компоненту, то основним напрямком в отриманні високих урожаїв даних культур став пошук ефективних гербіцидів, використання яких повноцінно сприятиме знищенню переважної кількості бур'янів та скороченню додаткових витрат на

виращування [145]. Дехто із вчених вважає [146], що чутливість сорго до гербіцидів наближається до рівня кукурудзи, тому в певній мірі система його захисту може бути подібна такій як у кукурудзи, водночас соргові мають особливості онтогенезу, що не може не відобразатись на системі підбору гербіцидів.

Так, дослідженнями [147] встановлено, що в посівах сорго цукрового внесення посходового гербіциду Діамакс у нормі 0,5–0,7 л/га забезпечує зниження забур'яненості посівів на 56–76%, внесення аміної солі 2,4-Д в нормі 0,7 л/га – 43,7% за прибавки зеленої маси рослин сорго на 72,8 ц/га, внесення Октапону (0,7 л/га) – 81,5% за прибавки зеленої маси 138,3 ц/га [148].

Дослідженнями О. О. Марчук [149] встановлено, що висота рослин сорго цукрового упродовж періоду вегетації збільшувалась залежно від методів захисту посівів від бур'янів, так у варіантах де вносились гербіцид Діален Супер у нормі 1,0–1,75 л/га висота рослин була більшою у середньому на 2,1 і 4,0% порівняно з варіантами, де проводився механічний обробіток ґрунту.

О. О. Чернелівська та В. С. Деркач [150] у своїх дослідженнях з вивчення забур'яненості посівів сорго цукрового дійшли висновку, що застосування гербіциду Прімекстра Голд 750 SC (2,5 л/га) перед сівбою + Пріма (0,4 л/га) у фазу кушіння рослин дає можливість знищити 96,9% небажаної рослинності та збільшити урожайність зеленої маси до 90,7 т/га при 58,7 т/га в контролі.

В. П. Черній [151] встановив, що найсуттєвішим фактором, що впливає на урожайність проса є захист посівів від бур'янів, де приріст урожайності посівів від фактора «способи захисту від бур'янів» (Пріма 0,6 л/га) становив 0,98–1,19 т/га залежно від сорту проса та інокуляції насіння препаратом Хетомік.

М. Б. Грабовський та ін. [152], досліджуючи продуктивність сумісних посівів кукурудзи і сорго цукрового залежно від заходів захисту рослин від

бур'янів, встановили, що використання післясходового гербіциду Примекстра Голд у нормі 4,0 л/га забезпечило максимальну урожайність зеленої маси – 77,5 т/га і збір сухої речовини – 19,8 т/га, тоді як механізований догляд за посівом дав змогу одержати зелену масу на рівні 70,1 т/га, із сухою речовиною – 17,9 т/га.

Позитивний вплив на продуктивність посівів кукурудзи відмічали науковці [153] за комбінування ґрунтового гербіциду Харнес 2,5 л/га і післясходового МайсТер Пауер 1,25 л/га, що забезпечило знищення бур'янового компоненту в посівах на 95–96% за кількістю та на 80–86% – за масою, при цьому врожайність культури зростала на 12%.

А. В. Костюк та Н. Г. Лукачева [154], досліджуючи посходові гербіциди в посівах кукурудзи на зерно встановили, що застосування гербіцидів Мілагро (1,0 і 1,5 л/га), Тітус (0,04 кг/га) і Дублон Голд (0,07 кг/га) в баковій суміші с Луварамом (0,82 л/га) або Діанатом (0,4 л/га) розширило спектр дії препаратів на бур'яни, що забезпечило біологічну ефективність на рівні 74–90% за врожайності – 4,3–18,0 ц/га. Застосування гербіциду Базис (0,02 і 0,025 кг/га) підвищило урожайність зерна кукурудзи до 14,3–20,6 ц/га, гербіциду Майстер (0,125 і 1,150 кг/га) – до 20,9–24,1 ц/га, Тітус Плюс (0,34 і 0,38 кг/га) та Стелар (1,5 л/га) – 20,7–35,9 ц/га.

Ю. В. Гаврилюк, А. С. Кириченко [155] встановили, що за обробки посівів кукурудзи гербіцидом Дісулам у нормі 0,5 л/га спостерігалось пригнічення однодольних (незначне підсихання апікальних меристем) видів бур'янів і майже на 95% знищувались дводольні однорічні та багаторічні види такі як *Lactuca tatárica*, *Cirsium arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrósia artemisiifólia*, *Xanthium strumarium*.

Науковцями доведено, що застосування рістрегулюючих речовин як для обробки посівного матеріалу, так і упродовж вегетації сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур [156]. Так дослідженнями, що проводилися у посівах сорго цукрового встановлено [157], що за внесення гербіциду Гербітокс у нормі 1,0 л/га в баковій суміші з

регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га урожайність зеленої маси зростала на 10,4% відносно контролю, тоді як самостійне внесення гербіциду забезпечувало приріст зеленої маси на рівні 2,6%.

Дослідженнями Н. І. Горбаченко [158] встановлено, що урожайність сорго цукрового за передпосівної бактеризації насіння Мікрогуміном та Поліміксобактерином зростає на 5–9%, вихід біоетанолу збільшується на 0,3 т/га. Застосування даних біопрепаратів сприяло зменшенню втрат водорозчинних гумусових речовин на 28–32%, азоту (нітратів) – на 11–15%, кальцію – на 7%, магнію – 8–15%.

Дослідження з дії мікробного препарату на рослини сорго цукрового показали [159], що найвища висота рослин відмічалась за використання бакової суміші бактеріального препарату Біокомплекс-БТУ з комплексом мікродобрив Квантум-Бор Актив, Квантум-АкваСил, Квантум-Хелат Цинку, Квантум-Аміно Макс.

О. А. Щуклина встановила [160], що застосування біологічно активних препаратів Байкал ЕМ-1 та Гумісол-М у посівах сорго цукрового забезпечує зростання сухої маси рослин на 1,8–7,7%, а при внесенні цих же препаратів, але в посівах кукурудзи – на 2,8–7,4% відносно контролю.

Позитивний вплив регуляторів росту рослин на висоту рослин кукурудзи відмічено в досліджах з вивченням регулятора росту рослин Гумі (20 г/л) разом з мікроелементами, де збільшення висоти рослин кукурудзи складало 12–33 см, урожайність зеленої маси – 15,1 т/га, що перевищувало контроль на 21,7% [161].

Вищенаведені дані свідчать, що застосування гербіцидів у посівах соргових та інших сільськогосподарських культур як окремо, так і в сумішах з регуляторами росту рослин забезпечує до 7–19% зростання урожайності посівів, проте в науковій літературі дані стосовно впливу гербіцидів і регуляторів росту рослин на забур'яненість і продуктивність посівів соризу практично відсутні.

Підсумовуючи вищенаведений літературний огляд, можна констатувати, що питання роздільної та сумісної дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на посіви соризу є вивченим та відображеним у науковій літературі недостатньо, зокрема відсутні дані щодо впливу препаратів на фізіолого-біохімічний стан рослин (активність основних ферментів, накопичення хлорофілів, проходження фотосинтетичних та ростових процесів), а звідси – на формування продуктивності посівів і якості врожаю. Водночас майже не вивченим залишається питання взаємодії рослин соризу з ґрунтовою мікробіотою на фоні використання гербіцидів і регуляторів росту рослин, що обмежує розкриття повноти впливу досліджуваних препаратів на агроценози та навколишнє природне середовище. Тому, зважаючи на вищесказане, можна стверджувати, що вивчення роздільної та комбінованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу, мікробіологічні – у ґрунті дасть можливість вирішити завдання підвищення продуктивності посівів соризу за рахунок впровадження в технологію його вирощування елементів біологізації, що ґрунтуються на екологічній основі використання препаратів хімічного і біологічного походження. Вивчення всіх цих питань і визначило основні напрямки та завдання наших досліджень.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження виконувались у Правобережному Лісостепу України. Взагалі лісостепова зона займає близько 1/3 всієї території України, вона має високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, високу розораність земель, значну лісистість та обмежену площу природних сіножатей і пасовищ. Основна частина Лісостепу (понад 75%) зайнята сільськогосподарськими угіддями, насамперед орними землями з дуже високою природною родючістю ґрунтів.

Вивчення впливу різних норм гербіциду Пік 75 WG окремо та в комплексі з регулятором росту рослин Регоплант (обробка насіння та вегетуючих рослин) на проходження ключових фізіологічних процесів у рослинах соризу та мікробіологічних – у ризосферному шарі ґрунту проводили в умовах дослідного поля, навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України.

Дослідне поле являє собою плато з тонкими схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води розміщені на значній глибині, тому польові культури, в тому числі й сориз, використовують переважно вологу у вигляді опадів. Проте сориз, будучи різновидом зернового сорго, має низку переваг над іншими сільськогосподарськими культурами (зокрема, посухо- та жаростійкість), що сприяє формуванню стабільної продуктивності посівів за досить високого рівня жорстких ґрунтово-кліматичних умов, тому дану культуру можна позиціонувати як культуру майбутнього, яка зможе

забезпечити виробництво крупи для харчування населення в умовах глобального потепління [162].

2.2. Метеорологічні та ґрунтові умови проведення дослідів

Правобережний Лісостеп України характеризується помірно континентальним кліматом з м'якою зимою і теплим літом [163]. Кліматичні особливості Правобережного Лісостепу визначаються дією вологих повітряних мас, які приносяться західним вітром.

Дослідне поле Уманського НУС розміщене в зоні нестійкого зволоження (ГТК – 1,2) та має теплий помірно-вологий клімат, проте в поодинокі роки бувають виключення у вигляді посухи, зима м'яка з поодинокими сильними морозними температурами.

Середня температура самого теплого місяця (липня) складає $+19,0^{\circ}\text{C}$, а самого холодного (січня) – $-5,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум досягає -39°C , максимум $+39^{\circ}\text{C}$. Період з середньодобовою температурою більше $+10^{\circ}\text{C}$ триває 160–165 діб. Середня річна температура становить $+7,4^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур коливається в межах $2600\text{--}2660^{\circ}\text{C}$.

Сумарна сонячна радіація складає $90\text{--}94$ кКал/см² ($3838,5\text{--}4051,8$ МДж/м²) за рік, а на частину сумарної фотосинтетично активної радіації приходить 39 ккал/см² ($1663,4$ МДж/м²) за період вегетації з температурою повітря вище $+5^{\circ}\text{C}$.

Тривалість теплового 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 добу, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) – 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду ($t > 15^{\circ}\text{C}$) – 109 діб.

Погодні умови змінюються зі зміною пори року. Так, зимовий режим погоди встановлюється при переході середньодобової температури повітря через 0°C . Початок зими характеризується нестійкою погодою з частою

зміною морозів на відлиги. Зима в більшості років не сувора. Хоча бувають роки, коли в середньому морози досягають -25°C . Характерною особливістю зимового сезону є наявність частих відлиг, коли температура повітря підвищується до $+8-10^{\circ}\text{C}$ тепла. Тому в окремі зими стійкого снігового покриву не спостерігається. В зимовий період переважає хмарна погода з незначними опадами, на долю яких приходиться 20–25% річної суми.

Початком весни вважають дату стійкого середньодобового переходу температури повітря через 0°C . Цей період приходиться на 15–20 березня. В першій декаді квітня спостерігається середньодобовий перехід температури через $+5^{\circ}\text{C}$, а в кінці квітня – через $+10^{\circ}\text{C}$, що свідчить про початок активної вегетації сільськогосподарських культур. Весною часто бувають похолодання і заморозки.

Літо починається із середини травня і триває до середини вересня. Початком літа є фаза переходу середньодобової температури через $+15^{\circ}\text{C}$. На початку літа спостерігається тепла погода, яка в окремі роки змінюється на жарку (липень – серпень). Середня температура повітря в травні – червні досягає $18-22^{\circ}\text{C}$, липні – серпні – $23-25^{\circ}\text{C}$ тепла. Максимальна температура в окремі роки в липні може підвищуватись до $+38^{\circ}\text{C}$. Звичайною температурою для літа є $+19^{\circ}\text{C}$. Однак бувають відхилення від $+17,3-17,5^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$.

Вологі західні вітри, що переважають літом, приносять значну кількість опадів. Днів з опадами більше 0,1мм в травні – червні буває 10–12, серпні – вересні по 8–10. Характерна особливість літнього сезону – наявність грозових дощів. Проте, в окремі роки спостерігається літня засуха, обумовлена тривалим і значним дефіцитом опадів і підвищеною температурою повітря, внаслідок якої значно витрачаються запаси доступної вологи з ґрунту.

Осінній режим погоди настає після переходу середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ у бік більш низьких температур. Зазвичай цей період приходиться на 5–10 жовтня. Між кожним літом і початком осіннього сезону спостерігається передосінній період, який триває до 5–10

жовтня. Передосінній період і перша половина осені сухі, теплі. Хмарна і дощова погода настає в кінці жовтня. Впродовж передосіннього та осіннього періодів спостерігається загальне зниження температури повітря, і в кінці жовтня середньодобова температура повітря не перевищує $+5^{\circ}\text{C}$, що є ознакою завершення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесах. Ці ґрунти відзначаються глибоким заляганням карбонатів та невисоким вмістом в орному шарі гумусу (3,20–3,31%), рухомого фосфору і калію (за Чиріковим) – 110–120 і 80–90 мг/кг відповідно, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 100–110 мг/кг, РН сольової суспензії – 5,6–5,8, гідролітична кислотність – 28–32 мг-екв. на 1 кг ґрунту [164, 165].

У загальному агрометеорологічні умови зони проведення досліджень можна охарактеризувати так:

- помірно-холодна зима із значними добовими коливаннями температури повітря з незначними опадами, невеликим сніговим покривом,
- помірно-тепла весна з можливими заморозками в окремі дні, з холодними вітрами й нерівномірним розподілом опадів;
- помірно-жарке літо, інколи з посухами в період вегетації та нерівномірним розподілом опадів, часто у вигляді злив, з переважанням західних вітрів;
- помірно-тепла осінь, іноді зі значними коливаннями температури у кінці періоду в бік до нуля.

У роки досліджень погодні умови мали певні особливості, зокрема 2017 видався відносно посушливим, але в цілому, були сприятливими для вирощування та формування урожаю соризу.

За даними метеостанції Умань (табл. 2.1), 2016 сільськогосподарський рік у період вегетації соризу характеризувався чергуванням посух і злив. Так, з травня по вересень кількість опадів склала 238,5 мм.

Таблиця 2.1

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

Рік проведення дослідження	За рік	Місяці											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість опадів, мм													
Середньобагаторічна	633,0	47	44	39	48	55	87	87	59	43	33	43	48
2016	600,1	74,0	59,5	26,9	31,8	114,4	73,7	15,8	27,9	6,7	87,0	49,2	33,2
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	651,7	58,4	43,7	65,6	17,5	18,3	82,4	92,9	2,6	105,2	14,0	50,0	51,0
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
2016	9,4	-5,6	2,4	4,5	12,3	14,7	20,1	21,6	20,7	15,7	6,5	1,7	-1,9
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	10,0	0,1	-2,0
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88
2016	74,8	85	82	74	64	72	73	67	68	65	78	85	85
2017	73,6	84	83	76	60	63	64	65	64	69	80	86	89
2018	74,8	85	83	81	58	58	67	75	62	74	79	86	90

У період активної вегетації культури (травень–липень) їх кількість склала 203,9 мм. Середня температура повітря за 2016 рік становила 9,4°C, що переважало середньобаторічний показник на 2°C.

Упродовж 2017 року в період активної вегетації культури опади склали 146,6 мм. Середня температура повітря у 2017 році становила 9,7°C, що на 2,3°C переважало середній багаторічний показник. Середньомісячна відносна вологість повітря складала 67,5%.

Погодні умови 2018 року за вологістю повітря і кількістю опадів були оптимальними для вегетації соризу. Так, кількість опадів у період активної вегетації соризу склала 193,6 мм з оптимальним їх розподілом у червні й липні (82,4 і 92,9 мм), що значно переважало за опадами в дані місяці інші дослідні роки.

Таким чином, з вищенаведеного аналізу ґрунтово-кліматичних і погодних умов регіону, в якому розташоване дослідне поле Уманського НУС впливає, що для вирощування соризу в роки проведення досліджень складались задовільні умови. Виключення становив лише 2017 рік, де лімітуючим чинником формування високої продуктивності посівів були опади. Це відповідним чином знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних. Загалом, ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень відповідають помірно-континентальній східноєвропейській ґрунтово-кліматичній фації, у межах якої можуть бути розповсюджені одержані результати.

2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу гербіциду і регулятора росту рослин на фізіологічний та мікробіологічний стан посівів соризу виконували упродовж 2016–2018 рр. у польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – кафедри біології Уманського національного університету садівництва. Дію вищезгаданих препаратів вивчали в посівах соризу сорту

Титан. Даний сорт стійкий до вилягання, засухи та хвороб, зокрема пухирчастої сажки.

Рослинам соризу сорту Титан притаманні середня за настанням строків кущистість та викидання волоті. На час дозрівання третій від волоті листок середньої довжини, вузький. Прапорцевий листок на час викидання волоті має помірне знебарвлення середньої жилки. Середня висота рослини коливається в межах 95 см. Волоть на кінець цвітіння помірно щільна. На час досягання волоть також помірно щільна, конусоподібна, має середню довжину без шийки та середні за довжиною гілочки першого порядку в середній третині волоті. Шийка волоті над пазухою – середня. Зернівка після досягання світло-жовтого кольору, має еліптичну форму зі спинки, а в профіль – вузькоеліптичну, малий розмір зародку, наполовину відкриту поверхню від насінної шкірки. Структура ендосперму зерна в поздовжньому розрізі на 3/4 склоподібна з середніми показниками твердості та екструзивної здатності, жовтого кольору. Середня врожайність сорту 39,1 ц/га за маси 1000 зерен 35,6 г [166].

Пік 75 WG – селективний гербіцид групи сульфонілсечовини для захисту зернових колосових культур, кукурудзи, сорго, льону та рису від однорічних та деяких багаторічних дводольних бур'янів. Досить ефективно знищує падалицю соняшнику та ріпаку упродовж всього періоду вегетації. Гербіциду притаманна висока системність (проникає в рослину через стебла, листки та корені). Має широкі межі використання від фази 3-х листків до прапорцевого листка включно. Найбільш ефективний при застосуванні на ранніх фазах розвитку бур'янів: 2–3 листка – у однорічних, фаза розетки – у осотів. Рекомендується розпочинати вносити при температурі +5°C, оптимальна температура 10–25°C. Норма витрати 15 г/га проти високочутливих та чутливих однорічних дводольних бур'янів, 20 г/га – проти середньочутливих та багаторічних дводольних бур'янів.

Високочутливі бур'яни щиріця, манжетка польова, пікульник жорсткий, ромашка (види), лобода (види) та ін. Чутливі: зірочник середній,

редька польова, гірчиця польова, волошка синя, горець (види), лобода поникла, амброзія полинолиста, ториця польова, фіалка триколірна підмаренник чіпкий, глуха кропива (види), рутки аптечної, осот польовий, березка (види), щавель (види). Діюча речовина гербіциду – просульфурон 750 г/кг, яка проникає в бур'яни через 2–3 години після проведення обробки та швидко розподіляється по рослині до точок росту, викликаючи зміни забарвлення (пожовтіння, хлороз) і зупинку росту листя і стебел. Повна загибель бур'янів настає через 15–20 днів залежно від їх видової приналежності, погодних умов і норми витрати препарату. Механізм дії гербіциду базується на пригніченні ферменту ацетолатсинтази просульфуроном, що провокує припинення поділу клітин у рослині [167].

Регоплант – регулятор росту рослин (PPP) із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектину С. Препарат широкого спектру дії, рекомендований для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур та обробки рослин уперіод вегетації [167].

Діюча речовина – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 0,3 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (C₁₄-C₂₈), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л; калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1 мг/л; аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*.

Норми використання: передпосівна обробка насіння всіх культур – 250 мл/т (при витраті робочого розчину – 10 л/т); для обприскування посівів – 50 мл/га.

Досліди з вивчення впливу різних норм гербіциду Пік 75 WG за різних способів використання регулятора росту рослин Регоплант закладались за наступною схемою:

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль І).

2. Без препаратів + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II).
3. Пік 75 WG 10 г/га.
4. Пік 75 WG 15 г/га.
5. Пік 75 WG 20 г/га.
6. Пік 75 WG 25 г/га.
7. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га.
8. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га.
9. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га.
10. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га.
11. Регоплант 50 мл/га.
12. Регоплант 250 мл/т – обробка насіння (фон).
13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га.
14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га.
15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га.
16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га.
17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га.
18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га.
19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га.
20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га.
21. Фон + Регоплант 50 мл/га.

Схема досліду включала самостійне використання гербіциду та його комбінування за різних способів використання регулятора росту рослин: у варіантах 3–6 в різних нормах застосовували обприскування посівів соризу у фазі початку кущіння (3–5 листків) гербіцидом Пік 75 WG; у варіантах 7–10 посіви соризу обприскували в тій же фазі різними нормами гербіциду Пік 75 WG сумісно з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га; в 11 варіанті рослини соризу обприскували регулятором росту рослин Регоплант – 50 мл/га, а в 12 – насіння соризу перед сівбою обробляли регулятором росту рослин Регоплант у нормі 250 мл/т, що слугувало фоном; 13–16 варіанти – у

фазі початку кушіння соризу вносили різні норми гербіциду Пік 75 WG по фоні обробки перед сівбою насіння регулятором росту рослин Регоплант; у 17–20 – варіантах – обприскували рослини соризу сумішшю різних норм гербіциду Пік 75 WG з регулятором росту рослин Регоплант по фоні обробки насіння соризу перед сівбою регулятором росту рослин Регоплант; у 21 варіанті – по фоні обробки насіння соризу перед сівбою регулятором росту рослин Регоплант рослини соризу обприскували регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га.

Польові дослідження закладали з послідовним розміщенням варіантів. Повторність дослідження – триразова. Площа дослідних ділянок становила 100 м², облікових – 80 м².

Основні дослідження та спостереження в дослідженнях проводили згідно наступних методик:

- активність ферментів – каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (гваяколпероксидази, КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.14.18.1) у листках соризу визначали в зразках, відібраних у польових умовах у відповідні фази, за методиками, описаними Х. М. Починком [168];
- інтенсивність проходження реакцій ПОЛ у листках соризу визначали за нагромадженням продукту пероксидного окиснення ліпідів – малонового діальдегіду – за реакцією із тіобарбітуровою кислотою при 532 нм, $\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ згідно методики, викладеної Ю. А. Владимировим та А. І. Арчаковим [169] у модифікації В. В. Рогожина [170]: для цього до 0,5 мл екстракту послідовно додавали 0,5 мл 1%-ного розчину Тритону Х-100, 0,2 мл 0,6 М розчину HCL і 0,8 мл 0,06 М розчину ТБК; суміш нагрівали на киплячій водяній бані впродовж 10 хв; реакцію зупиняли шляхом охолодження при температурі 15°C – 30 хв; для стабілізації забарвлення додавали 0,2 мл 5 мМ розчину Трилону Б і 5–10 мл 96%-ного етанолу;

оптичну щільність вимірювали при 532 нм; контрольні проби інкубували паралельно з дослідними, в які додавали витяжку і тбк; вміст мДа виражали в мкМоль /г сирої маси;

- активність GST (КФ 2.5.1.18) у листках визначали за швидкістю утворення глутатіон-S-кон'югатів між GSH і 1-хлор-2,4-динітробензолом. Збільшення концентрації кон'югатів під час реакції реєстрували спектрофотометрично при довжині хвилі 340 нм [171];
- вміст у листках хлорофілів a і b , суми хлорофілів ($a+b$), визначали спектрофотометричним методом з використанням для розрахунків формул D. Wettstein [172]:

$$C_a = 9,784 A_{662} - 0,990 A_{644};$$

$$C_b = 21,426 A_{644} - 4,650 A_{662};$$

$$C_{a+b} = 5,134 A_{662} + 20,436 A_{644};$$

- вивчення анатомічної будови епідермісу листкового апарату виконували за З. М. Грицаєнко [172]. Зразки листків для досліджень відбирали із середнього ярусу у відповідну фазу розвитку з 20 типових для варіанту рослин. Матеріал для анатомічних досліджень фіксували 70% етанолом. Кофіцієнт морфоструктури розраховували згідно рекомендацій В. П. Карпенка [173];
- площу листкового апарату та надземну масу рослин соризу визначали ваговим методом [172];
- фотосинтетичну продуктивність посівів розраховували за методикою, запропонованою А. О. Ничипоровичем [174];
- загальну чисельність бактерій, мікроміцетів та чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери визначали за загальноприйнятими в мікробіологічній практиці методиками [172, 175, 176], зокрема облік загальної чисельності бактерій, що здатні засвоювати переважно органічні сполуки азоту виконували на

- м'ясопептонному агарі (МПА), мікроміцетів – на середовищі Чапека, облік основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів виконували методом висіву граничних розведень ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища: амоніфікувальні – на м'ясопептонному бульйоні (МПБ); нітрифікувальні – на середовищах Виноградського; азотобактера – на середовищі Ешбі – шляхом висіву ґрунтових грудочок. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях КУО) в 1 г сухого ґрунту;
- облік забур'яненості посівів соризу виконували кількісно-ваговим методом у два строки: через 30 діб після внесення препаратів і перед збиранням урожаю [177];
 - облік урожайності соризу виконували поділянково, шляхом збирання комбайном «Сампо»;
 - якість зерна оцінювали за вимогами ДСТУ 3769-98 [178], використовуючи для визначення окремих показників ДСТУ, зокрема, за ГОСТ 10842-76 (масу 1000 зерен) [179]; за ГОСТ 10846-74 (вміст білка) [180];
 - економічну ефективність застосування препаратів виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт;
 - енергетичний аналіз виконували згідно рекомендацій, викладених О. К. Медведовським та ін. [181];
 - статистичну обробку результатів досліджень проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізів, описаними Б. А. Доспеховим [182].

РОЗДІЛ 3

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ СОРИЗУ ЗА РОЗДІЛЬНОГО Й ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН

3.1. Ферментативна активність

Рослини упродовж своєї вегетації синтезують велику кількість різних за структурою метаболітів, у тому числі таких, що захищають рослину від стресів абіотичного походження [183–187]. До таких стресів може відноситися застосування гербіцидів – речовин, які складають окрему групу фізіологічно активних сполук, що здатні змінювати обмінні процеси у рослинах, які лежать в основі фотосинтезу, активності ферментів, дихання та інших ключових реакцій рослинного організму [22, 156, 188]. Дослідженнями доведено, що наслідком застосування гербіцидів може бути окиснювальний стрес, у результаті якого в рослинному організмі активно продукуються активні форми кисню, які можуть нанести суттєвої шкоди на клітинному рівні та погіршити або взагалі загальмувати ріст і розвиток культурної рослини [6, 189]. Упродовж останніх десятиліть багато уваги приділяється АФК не тільки як руйнівним метаболітам, а і як важливому сигнальному елементу стану клітини та міжклітинних зв'язків, що в свою чергу забезпечує адаптивну відповідь рослини на стресовий чинник. Встановлено, що процес утворення АФК є природнім і відбувається також за оптимальних умов росту й розвитку рослин, проте під впливом зовнішніх чинників, зокрема ксенобіотиків, він значно підсилюється, тому для ліквідації АФК (пероксид водню, синглетний кисень тощо) у рослинних клітинах активізуються антиоксидантні системи захисту, у тому числі й ферментативні [190–192].

Одним із основних наслідків дії АФК на рослинні клітини є активація перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ). Рівновага ПОЛ у рослинних клітинах

підтримується на оптимальному рівні завдяки існуванню багаторівневої антиоксидантної захисної системи цитохром Р₄₅₀, яка каталізує реакції розпаду за участі молекулярного кисню. Саме тому баланс між обома частинами цієї системи – перекисним окисненням, з одного боку, й антиоксидантною активністю, з іншого – є важливою умовою для збереження нормальної життєдіяльності рослинної клітини [193].

Науковцями встановлено [194–197], що застосування гербіцидів здатне провокувати зростання інтенсивності проходження реакцій перокисного окиснення ліпідів, разом з тим доведено, що за комплексного внесення гербіцидів і регуляторів росту рослин активність реакцій ПОЛ знижується, що дає підстави стверджувати про захисні властивості регуляторів росту рослин. Зважаючи на це, одним із завдань наших досліджень було визначити інтенсивність проходження реакції ПОЛ у рослинах за накопиченням малонового діальдегіду (МДА) (який є типовим продуктом реакції перокисного окиснення ліпідів) у листках соризу за умови обробки досліджуваними препаратами в жорстко контрольованих умовах.

Результати досліджень показали, що внесення гербіциду як окремо, так і в комплексі з РРР, значно впливало на перебіг реакцій ПОЛ у рослинах соризу. Зокрема, на третю добу після внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га інтенсивність реакцій ПОЛ у листках соризу зростала і перевищувала контроль на 3,6; 7,4; 13,8 і 18,3 мкМоль МДА/г сирової речовини (табл. 3.1), що, очевидно, може свідчити про активне продукування АФК.

За внесення бакових сумішей гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25г/га) з РРР Регоплант (50 мл/га) проходження реакцій ПОЛ у рослинах соризу в порівнянні з варіантами, де вносився лише гербіцид, знижувалось на 8–13%. Водночас, застосування досліджуваних норм гербіциду по фоні (обробка насіння перед сівбою РРР Регоплант 250 мл/т) не вплинуло суттєво на перебіг реакцій ПОЛ, які знаходились на рівні варіантів із самостійним внесенням гербіциду.

За комплексного застосування гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з РРР Регоплант (обробка посівів 50 мл/га + обробка посівного матеріалу 250 мл/т) простежувалось зниження процесів перекисного окиснення ліпідів у рослинах соризу у відношенні до варіантів із самостійним внесенням гербіциду на 13–19%.

Таблиця 3.1

Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування РРР Регоплант на реакції ПОЛ у рослинах соризу (вегетаційний дослід, 2016 р.)

Варіант досліджу	МДА, мкМоль/г сирової речовини	
	на третю добу	на п'яту добу
Без застосування препаратів (контроль)	11,6	14,3
Пік 75 WG 10 г/га	15,2	21,7
Пік 75 WG 15 г/га	19,0	26,6
Пік 75 WG 20 г/га	25,4	33,8
Пік 75 WG 25 г/га	29,9	40,8
Регоплант 50 мл/га	8,9	12,1
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,0	20,0
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	17,4	24,3
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	22,1	30,7
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	27,3	36,9
Регоплант 250 мл/т (фон)	10,0	12,9
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	15,3	21,2
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	18,9	25,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	24,5	32,3
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	28,4	39,5
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	13,3	18,2
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	15,8	22,5
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	20,6	26,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	25,3	35,7
Фон + Регоплант 50 мг/га	8,2	11,1
<i>НІР₀₁</i>	1,9	2,6

На п'яту добу після внесення препаратів рівень ПОЛ у рослинах соризу зростав. Так, якщо на третю добу вміст МДА в контролі складав 11,6, то на п'яту – 14,3 мкМоль/г сирової речовини, що може бути пов'язано з

активізацією ростових та метаболічних процесів у рослинах соризу, побічним продуктом яких є продукування АФК.

Проте найнижчий рівень ПОЛ простежувався у варіантах досліді з комплексним використанням гербіциду й PPP (обробка посівного матеріалу й внесення по сходах), так, у даних варіантах вміст МДА був нижчим, ніж у варіантах з використанням гербіциду на 3,5–6,9 мкМоль МДА/г сирової речовини – або 15–20%.

Це може свідчити про інтенсифікацію процесів знешкодження ксенобіотика у рослинах, наслідком яких (як було наведено вище) стало зниження рівня ПОЛ.

Перебіг реакцій ПОЛ у рослинах залежить від активності ферменту глутатіон-S-трансфераза (GST), який знешкоджує продукти вільнорадикального окиснення в клітинах [198].

Науковцями встановлено [199, 200] зростання активності ферменту GST внаслідок кон'югації ксенобіотика і глутатіону, в якій фермент бере безпосередню участь. При цьому рівень АФК, а отже, й інтенсивність проходження процесів ліпопероксидації в рослинах знижуються. Так, за використання гербіциду Гранстар 75 у нормах 10 і 15 г/га разом з PPP Емістим С у рослинах ячменю ярого суттєво знижувались процеси ліпопероксидації ліпідів, при цьому активність ферментів-антиоксидантів – GST і СОД та вміст у листках рослин основних низькомолекулярних антиоксидантних сполук – GSH і аскорбінової кислоти, значно зростали [201].

С. Авраменко із співавторами [202] встановили, що регулятори росту рослин пришвидшують процеси синтезу білка і ферментів у рослинах, що значно активізує проходження в них обмінних процесів.

Проведені нами дослідження показали, що найвища активність GST у листках соризу на третю добу спостережень простежувалась у варіантах досліді з сумісним застосуванням гербіциду Пік 75 WG (10–25 г/га) і PPP Регоплант (50 мл/га) по фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом

(250 мл/т), де перевищення відносно контролю складало в середньому на 1,07-1,45 мкМоль/г сирої речовини за 1 хв (табл. 3.2). Ймовірно, значна активізація GST є реакцією не тільки на забезпечення детоксикаційних процесів у рослинах, рівень яких визначається видом і нормою діючої речовини гербіциду, а й відповіддю на дію екзогенних ристрегулюючих речовин.

Таблиця 3.2

Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування PPP Регоплант на активність GST у листках соризу (вегетаційний дослід, 2016 р.)

Варіант досліджу	GST, мкМоль/г сирої речовини за 1 хв.	
	на третю добу	на п'яту добу
Без застосування препаратів (контроль)	2,34	3,01
Пік 75 WG 10 г/га	2,87	3,59
Пік 75 WG 15 г/га	3,16	3,74
Пік 75 WG 20 г/га	3,22	3,79
Пік 75 WG 25 г/га	2,59	3,12
Регоплант 50 мл/га	2,71	3,32
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,88	3,75
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,94	3,91
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,44	3,99
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,32	3,76
Регоплант 250 мл/т (фон)	2,65	3,10
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	3,05	3,62
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	3,24	3,70
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	3,49	3,81
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	2,99	3,22
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,60	3,07
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,71	3,18
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,79	3,34
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,41	3,05
Фон + Регоплант 50 мг/га	2,74	2,32
<i>HIP₀₁</i>	0,30	0,34

Так, у варіантах з самостійним використанням Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність GST в листках соризу на третю добу проведення обліків була вищою у порівнянні з контролем на 0,53; 0,82; 0,88 і 0,25

мкМоль/г сирової речовини за 1 хв, на п'яту – на 0,58; 0,73; 0,78 0,11 мкМоль/г сирової речовини за 1хв. Варіанти ж з внесенням Піку 75 WG у вищезгаданих нормах на фоні обробки насіння перед сівбою Регоплантом (250 мл/т) забезпечили перевищення активності GST відносно контролю в середньому на 0,65–1,15 мкМоль/г сирової речовини за 1хв на третю добу та на 0,21–0,80 – на п'яту. Зниження активності GST на п'яту добу, в порівнянні з третьою, простежували у варіантах застосування Піку 75 WG (10–25 г/га) в суміші з PPP Регоплант по фоні обробки насіння перед сівбою цим же PPP, що може бути свідченням стабілізації обмінних процесів у рослинах на фоні комплексного застосування PPP.

Подібну дію гербіциду й PPP на активність GST й реакції ПОЛ у різних сільськогосподарських культурах спостерігали й інші вчені [22, 156, 203].

Паралельно з реакціями перекисного окиснення ліпідів в рослинному організмі активізується одна з важливих систем антистресового захисту, а саме група ферментів класу оксидоредуктаз, які каталізують біологічне окиснення в клітинах за рахунок переносу електронів з однієї молекули на іншу, і є ключовою ланкою в знешкодженні активних форм кисню. Одними із основних ферментів-антиоксидантів цієї групи є каталаза, пероксидаза і поліфенолоксидаза [204, 205]. При проведенні досліджень дані ферменти можна використовувати як індикатори, що свідчать про інтенсивність подолання окиснювального стресу рослиною. Так, каталаза є достатньо поширеною в усіх рослинах, а сутність її дії полягає у розкладанні перекису водню, при якому виділяється молекулярний кисень, тобто основною задачею ферменту є запобігання накопиченню перекису водню, що утворюється під час дисмутації супероксидного аніону [206]. Так, дослідженнями [207], що проводилися на рослинах ячменю озимого, встановлено суттєвий ріст активності каталази як за дії гербіциду Калібр, так і при застосуванні бакової суміші Калібру і PPP Біолан.

У свою чергу пероксидаза є одним із ферментів, що також інактивує пероксид (та деякі інші чужорідні сполуки) і в подальшому розкладає його до

води, водночас даний фермент бере безпосередню участь у процесах фотосинтезу та інших метаболічних перетвореннях [208]. Як показали дослідження М. П. Михайлової та Л. А. Каманіної [209], проведені на рослинах сої, за дії гербіциду Тайфун активність пероксидази зростає до 20%, що пояснюється активною участю ферменту у нейтралізації ксенобіотика. Дослідженнями В. П. Карпенка із співавторами [22, 156] доведено, що застосування гербіциду у присутності рістрегулятора підвищує антистресовий статус рослини (в тому числі за рахунок підвищеного продукування пероксидази).

Поліфенолоксидаза – фермент який слугує каталізатором розкладання фенольних речовин, високий вміст яких є притаманним для рослинної клітини, проте активність даного ферменту може зростати й за дії гербіцидів, які провокують збільшення вмісту фенольних сполук, що є неспецифічною реакцією рослинного організму. Так, З. М. Грицаєнко та А. В. Заболотна [210] констатують, що за внесення гербіциду Лінтур окремо і в комплексі з PPP Емістим С (особливо за сумісного внесення гербіциду з PPP) активність поліфенолоксидази значно зростала, що є наслідком безпосередньої участі ферменту у деактивації діючої речовини гербіциду, побічним продуктом якої є фенольні сполуки.

Отже, можна стверджувати, що дослідження активності окремих ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази і поліфенолоксидази) можуть слугувати одним із шляхів розкриття глибини впливу хімічних і біологічних препаратів на фізіолого-біохімічний стан рослинного організму.

Як показали дослідження, ферментативна активність рослин соризу у фазі кушіння змінювалась як від погодних умов упродовж років досліджень, так і від внесення гербіциду Пік 75 WG окремо і в комплексі з PPP Регоплант. Так, у 2016 році самостійне внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га сприяло зростанню активності ферментів у фазі кушіння рослин до контролю I на 22,5; 28,3; 31,5; 24,9 мкМоль розкладеного

H_2O_2 для каталази та на 18,2; 25,4; 27,6; 20,5 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази (табл 3.3).

Таблиця 3.3

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кушіння 2016 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	86,6	106,3	25,8
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	91,5	109,2	27,5
Пік 75 WG 10 г/га	109,1	124,5	29,9
Пік 75 WG 15 г/га	114,9	131,7	31,6
Пік 75 WG 20 г/га	118,1	133,9	32,8
Пік 75 WG 25 г/га	111,5	126,8	33,8
Регоплант 50 мл/га	98,9	110,8	26,9
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	114,0	130,7	31,9
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	118,3	138,1	33,3
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	123,3	141,7	36,0
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	115,1	130,2	36,4
Регоплант 250 мл/т (фон)	89,7	107,6	26,3
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	110,8	126,7	31,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	115,9	135,1	32,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	119,9	138,7	33,7
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	112,1	127,5	35,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	117,8	133,4	34,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	123,6	141,1	38,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	128,7	147,5	39,7
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	121,6	144,5	31,5
Фон + Регоплант 50 мг/га	100,3	113,3	28,0
<i>HIP₀₅</i>	5,8	7,2	1,4

За внесення цих же норм гербіциду, але у суміші з PPP Регоплант, спостерігалось підвищення ферментативної активності у відношенні до контролю I на 32–41% – для каталази і на 22–33% – для пероксидази.

Застосування гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) по фоні обробки насіння PPP Регоплант (250 мл/т) зумовило зростання активності каталази до контролю I на 28; 34; 38; 29% , пероксидази – 19; 27; 31; 20% відповідно.

Комплексне застосування Піку 75 WG у вищезгаданих нормах з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP забезпечило зростання активності ферментів у порівнянні до контролю I на 31,2; 37,0; 42,1; 35,0 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 27,1; 34,8; 41,2 і 38,2 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази.

Стосовно ферменту поліфенолоксидази, нами було відмічено зростання його активності у відповідь на збільшення норм внесення гербіциду. Так, якщо у варіанті контроль I активність ферменту була на рівні 25,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти, то за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність ферменту зростала до 29,9; 31,6; 32,8 і 33,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Це може свідчити про активну участь даного ферменту в інактивації продуктів метаболізму, утворених у рослинах внаслідок дії гербіциду. За внесення Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з Регоплантом 50 мл/га активність поліфенолоксидази зростала до контролю I у 1,2; 1,3; 1,4 і 1,4 рази відповідно. У варіантах, де проводили передпосівну обробку насіння PPP з наступним внесенням тих же норм гербіциду Пік 75 WG активність поліфенолоксидази складала 31,1; 32,4; 33,7 і 35,0 мкМоль при 26,3 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти у варіанті, де проводили тільки обробку посівного матеріалу PPP.

Найвищу активність поліфенолоксидази, як і у випадку з каталазою та пероксидазою, було відмічено у варіантах досліду з внесенням бакових сумішей Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) по фоні

обробки насіння цим же РРР, де активність ферменту в порівнянні з контролем I зростала на 35; 49; 54 і 22% відповідно до норм гербіциду.

З одержаних даних видно, що комплексне застосування гербіциду і РРР призводить до найбільшого зростання активності ферментів, що може свідчити про підвищення рівня метаболічних процесів у рослинному організмі за даного комбонування препаратів.

Досліджуючи ферментативну активність рослин соризу за дії досліджуваних препаратів у польових умовах у 2017 р., нами було відмічено подібну закономірність, що і в 2016 р. (Додаток А, табл. А.1). Так, за внесення в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG активність каталази зростала до контролю I на 25,4; 32,0; 35,5 і 28,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 19,3; 26,9; 29,2 21,8 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 4,2; 6,0; 7,2; 8,3 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Разом з тим застосування бакових сумішей Піку 75 WG і Регопланту призвело до зростання активності досліджуваних ферментів на 30,9; 35,8; 41,5; 32,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази, 25,8; 33,7; 37,4; 25,3 мкМоль окисненого гваяколу для пероксидази, 6,2; 7,7; 10,5; 10,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти для поліфенолоксидази. Варто також відмітити, що обробка посівного матеріалу соризу регулятором росту рослин достатньо значущо впливала на активність ферментів класу оксидоредуктаз, так, якщо в контролі I показники ферментів трималися на рівні 97,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази, 112,2 мкМоль окисненого гваяколу для пероксидази, 26,3 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти для поліфенолоксидази, то за обробки насіння соризу РРР Регоплант активність ферментів зростає до контролю I на 3,5, 1,4, 2,3% відповідно. Найвища ж активність ферментів у 2017 р. спостерігалась в рослинах соризу у фазі кушіння за комплексного використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант (обробка насіння і посівів). Так, дані варіанти дослідів продемонстрували зростання активності каталази у відношенні

контролю I до 49; 39 і 47% відповідно для каталази, пероксидази і поліфенолоксидази.

Дослідження активності ферментів у рослинах соризу у фазі кущіння у 2018 р. продемонстрували загальне її підвищення у порівнянні до попередніх років (2016, 2017) (Додаток А, табл. А.2). Так, застосування гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га зумовило зростання активності каталази до контролю I на 26; 33; 36; 29%, тоді як внесення гербіциду у вищезгаданих нормах, але в баковій суміші з Регоплантом, призвело до зростання активності каталази на 32; 37; 42; 33%. Найвищі показники активності каталази формувались за умови внесення бакових сумішей гербіциду Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з Регоплантом по фоні обробки насіння Регоплантом, де активність каталази перевищувала контроль I у 1,3–1,5 рази.

Вивчаючи активність пероксидази у фазі кущіння у 2018 р., нами було відзначено, що за внесення Піку 75 WG в досліджуваних нормах активність пероксидази в листках соризу зросла в середньому на 17–26%, тоді як за присутності в баковій суміші PPP її активність зросла на 22–34%, у варіантах з передпосівною обробкою насіння нами було виявлено, що за внесення лише гербіциду в нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність пероксидази перевищувала контроль I на 19; 27; 31; 20%, водночас найвищі показники активності пероксидази спостерігалися за внесення бакової суміші гербіциду та PPP по фонових варіантах, де перевищення до контролю I у середньому складало 1,2–1,4 рази.

Дослідження активності поліфенолоксидази за внесення гербіциду Пік 75 WG продемонструвало її зростання на 16; 23; 28 і 32%, тоді як внесення гербіциду у варіантах, де проводилася фонові обробка насіння перед сівбою PPP, призвело до зростання активності ферменту на 21; 26; 31; 36% відносно контролю I. Найвищі показники активності поліфенолоксидази були відмічені у варіантах застосування гербіциду Пік 75 WG 10–25 г/га + Регоплант (50 мл/га – обробка посівів та 250 мл/т – обробка посівного

матеріалу), де показники активності ферменту перевищували контроль I на 18–50%.

Досліджуючи ферментативну активність рослин соризу у наступну фазу росту і розвитку – викидання волоті, нами була відмічена тенденція до зниження активності досліджуваних ферментів у порівнянні з фазою кущіння культури, проте їх активність, як і в попередню фазу дослідження, залежала від норм та способів застосування досліджуваних препаратів (табл. 3.4). Так, у фазі викидання волоті у 2016 році нами було встановлено, що застосування гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га призводило до зростання активності ферментів у відношенні до контролю I на 5; 12; 17; 10% для каталази та на 22; 27; 32; 22% для пероксидази, в залежності від норми внесення гербіциду.

За комплексного внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з РРР Регоплант 50 мл/га інтенсивність проходження ферментативних реакцій зростала на 9; 19; 23; 13% для каталази, 17; 24; 28; 15% – для пероксидази. У фонових варіантах (обробка РРР насіння), де вносився гербіцид Пік 75 WG у досліджуваних нормах разом із РРР Регоплант, спостерігалось зростання активності каталази до контролю I в середньому на 12–26%, пероксидази – 9–23% відповідно.

При дослідженні активності поліфенолоксидази було встановлено, найбільше її зростання у відношенні до контролю I за комплексного внесення гербіциду і РРР (обробка посівів та насіння) на 23–53%, тоді як за внесення лише гербіциду її активність зростала на 18–27%.

Також слід відзначити зростання ферментативної активності у варіантах, де проводилися ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II), так, якщо в контролі I активність ферментів була на рівні 95,8 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази, 102,8 мкМоль окисненого гваяколу для пероксидази, 22,4 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти для поліфенолоксидази, то в контролі II ці показники становили для каталази 90,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 , для пероксидази 114,1 мкМоль окисненого

гваяколу, для поліфенолоксидази 25,1 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Така ферментативна активність у контролі II може бути наслідком покращення умов вегетації соризу, обумовлених відсутністю конкуренції з боку бур'янистої рослинності за світло, вологу й поживні речовини, що в загальному підвищує активність обмінних процесів, у тому числі й ферментативних.

Таблиця 3.4

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і РГОПЛАНТ (фаза викидання волоті, 2016 р.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	95,8	102,8	22,4
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	90,9	114,1	25,1
Пік 75 WG 10 г/га	100,9	124,9	26,4
Пік 75 WG 15 г/га	107,6	130,2	27,7
Пік 75 WG 20 г/га	112,1	136,0	28,8
Пік 75 WG 25 г/га	105,4	126,0	28,3
РГОПЛАНТ 50 мл/га	81,1	107,5	24,3
Пік 75 WG 10 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	104,6	119,9	28,7
Пік 75 WG 15 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	113,7	127,4	30,7
Пік 75 WG 20 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	118,1	131,7	32,9
Пік 75 WG 25 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	107,9	118,4	29,6
РГОПЛАНТ 250 мл/т (фон)	73,4	102,4	23,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	103,5	126,9	27,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	109,5	133,6	28,3
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	114,3	138,5	30,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	106,3	123,7	27,7
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	107,7	112,3	30,4
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	117,3	121,8	32,6
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	121,0	126,9	34,2
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + РГОПЛАНТ 50 мл/га	109,9	113,8	27,5
Фон + РГОПЛАНТ 50 мг/га	82,9	105,6	24,8
<i>НІР₀₅</i>	5,2	5,6	1,5

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у фазу викидання волоті соризом в 2017 р. спостережень показала подібну залежність, що й у 2016 р. (Додаток А, табл. А.3). Проте, слід відзначити, що найінтенсивніше ферментативні процеси проходили як і у фазі кушіння у варіантах внесення в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) + Регоплант (250 мл/т – обробка посівного матеріалу і 50 мл/га обробка посівів). За таких умов активність каталази зростала в середньому на 8–21%, пероксидази на 4–19%, поліфенолоксидази – 10–40%.

У 2018 р. ферментативна активність рослин соризу у фазу викидання волоті була найвищою серед досліджуваних років, проте загальна тенденція залежності її від препаратів та їх комбінування зберігалась (Додаток А, табл. А.4). Так, за комплексного внесення гербіциду Пік 75 WG з регулятором росту рослин Регоплант на фоні обробки насіння цим же PPP, було встановлено зростання активності каталази до контролю I на 12–26%, пероксидази 9–23%, поліфенолоксидази – 22–53%.

Аналізуючи в середньому за роки досліджень (2016–2018 рр.) ферментативну активність, можна констатувати про тривалість метаболічних змін у рослинах соризу. Так, самостійне внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га сприяло зростанню активності ферментів у відношенні до контролю I на 26,4; 33,3; 37,0; 29,3 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 20,5; 28,6; 31,0; 23,1 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази (рис. 3.1).

За внесення цих же норм гербіциду, але у суміші з PPP Регоплант, спостерігалось підвищення ферментативної активності у відношенні до варіантів із самостійним внесенням гербіциду на 3–5% – для каталази і 3–6% – для пероксидази.

Застосування гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) по фоні обробки насіння PPP Регоплант (250 мл/т) зумовило зростання активності каталази до контролю I на 28; 34; 38; 29%, пероксидази – 19; 27; 31; 20% відповідно.

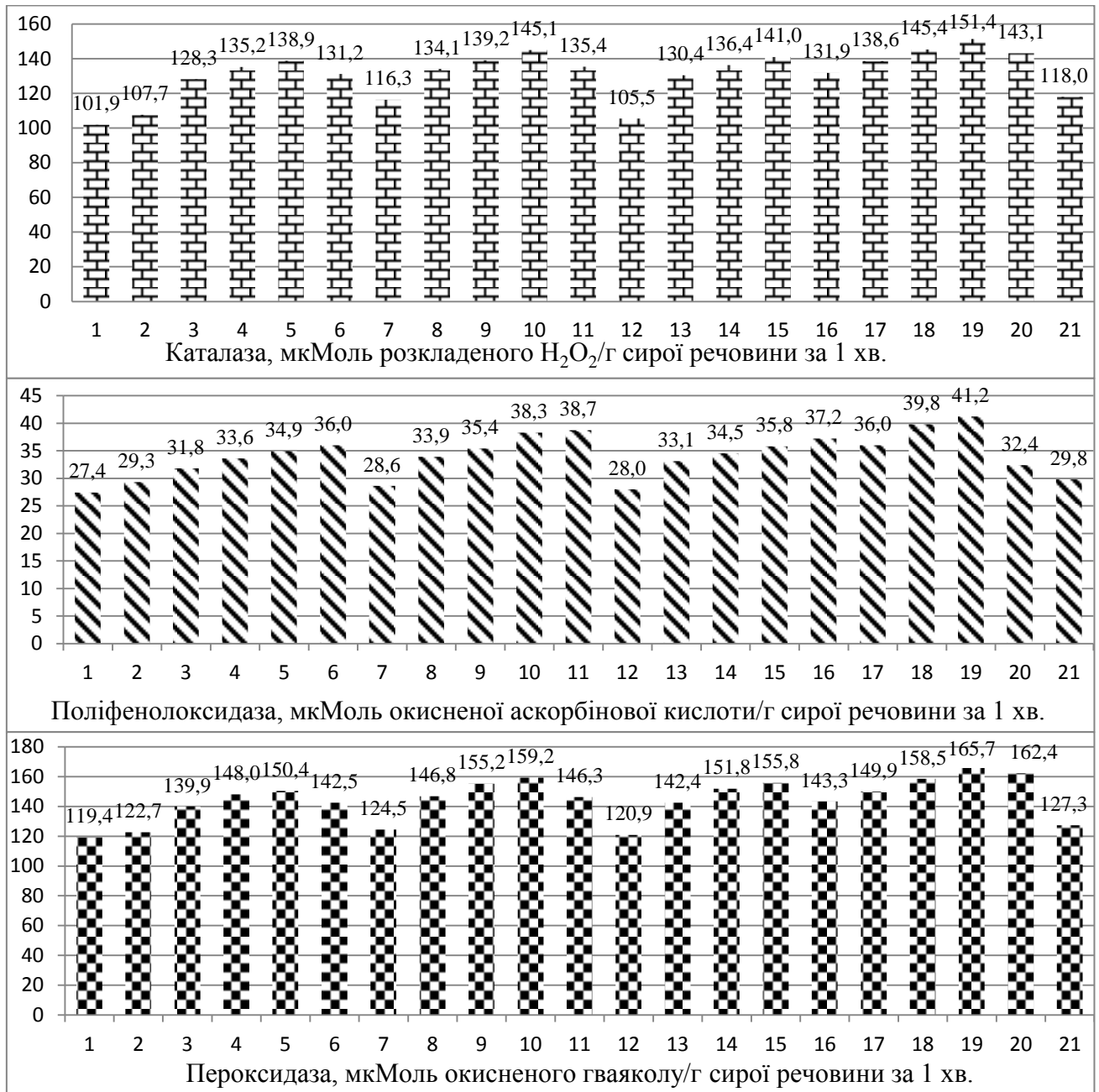


Рис. 3.1. Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербициду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кущіння, 2016–2018 рр.):

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Пік 75 WG 10 г/га; 4. Пік 75 WG 15 г/га; 5. Пік 75 WG 20 г/га; 6. Пік 75 WG 25 г/га; 7. Регоплант 50 мл/га; 8. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 11. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 12. Регоплант 250 мл/т (фон); 13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га; 14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га; 15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га; 16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га; 17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 21. Фон + Регоплант 50 мг/га.

Комплексне застосування Піку 75 WG у вищезгаданих нормах з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP забезпечило зростання активності ферментів у порівнянні до контролю I на 36,7; 43,5; 49,5; 41,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 для каталази та на 30,5; 39,1; 46,3; 43,0 мкМоль окисненого гваяколу – для пероксидази.

Стосовно ферменту поліфенолоксидази, нами було відмічено зростання його активності у відповідь на збільшення норм внесення гербіциду. Так, якщо у варіанті контроль I її активність була на рівні 27,4 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти, то за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність ферменту зростала до 31,8; 33,6; 34,9 і 36,0 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Це може свідчити про активну участь даного ферменту в інактивації продуктів метаболізму, утворених внаслідок дії гербіциду. За внесення Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з Регоплантом 50 мл/га активність поліфенолоксидази зростала до контролю I у 1,24; 1,29; 1,40 і 1,41 рази. У варіантах, де проводили передпосівну обробку насіння і вносило Пік 75 WG активність поліфенолоксидази складала 33,1; 34,5; 35,8; 37,2 мкМоль при 28,0 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти у варіанті, де проводили тільки обробку посівного матеріалу PPP.

Найвищу активність поліфенолоксидази, як і у випадку з каталазою та пероксидазою, було відмічено у варіантах досліді з внесенням бакових сумішей Піку 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) по фоні обробки насіння цим же PPP, де активність ферменту в порівнянні з контролем I зростала на 31; 45; 50 і 18% відповідно до норм гербіциду.

Досліджуючи ферментативну активність в середньому за 2016–2018 рр. у фазі викидання волоті, було відмічено загальну тенденцію до зниження активності ферментів у порівнянні до фази кушіння, що може свідчити про стабілізацію детоксикаційних процесів у рослинах, проте ферментативна активність соризу, як і в попередню фазу, залежала від норм внесення гербіциду та способів використання PPP (рис. 3.2).

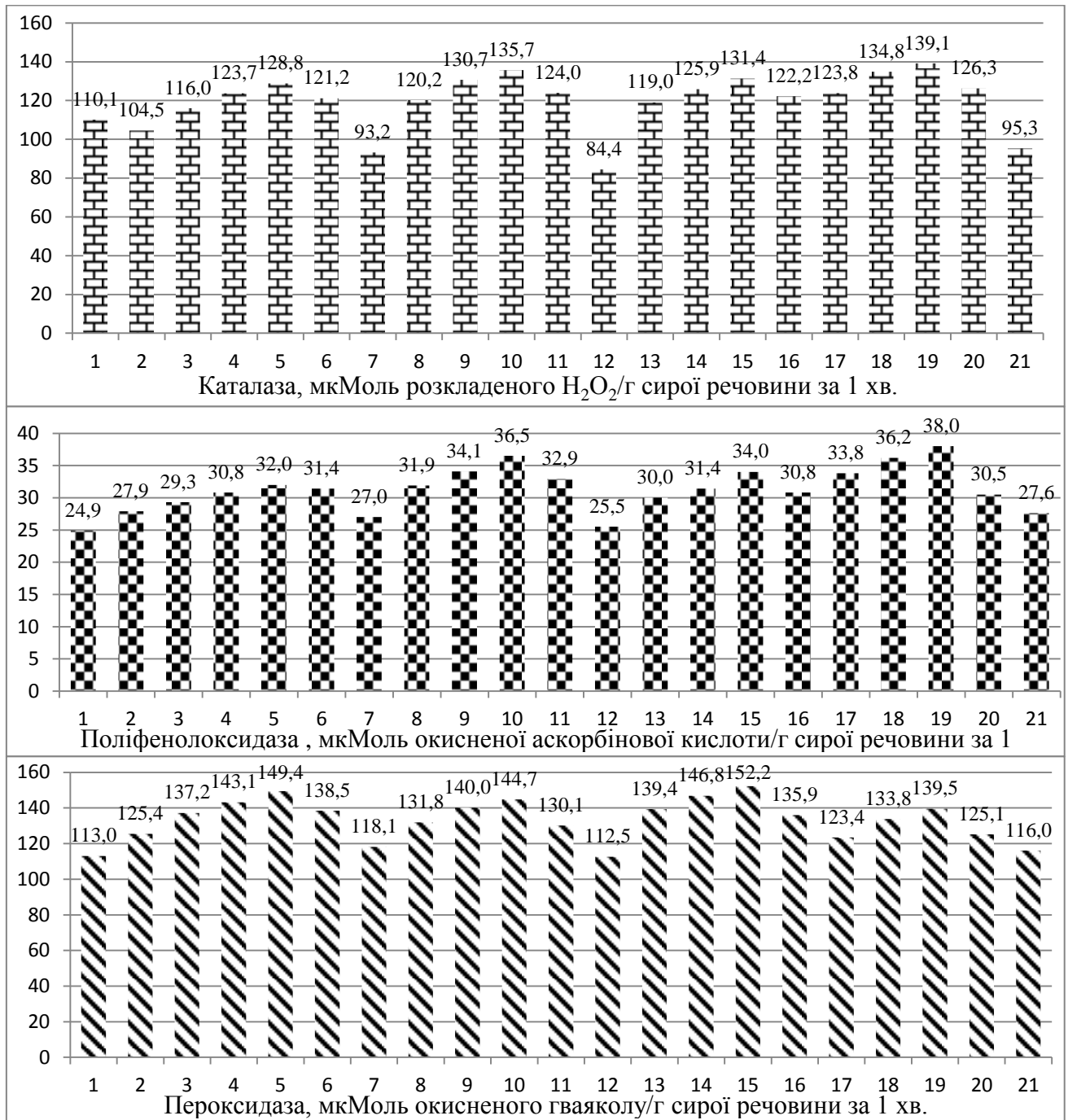


Рис. 3.2. Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза викидання волоті, 2016–2018 рр.):

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Пік 75 WG 10 г/га; 4. Пік 75 WG 15 г/га; 5. Пік 75 WG 20 г/га; 6. Пік 75 WG 25 г/га; 7. Регоплант 50 мл/га; 8. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 11. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 12. Регоплант 250 мл/т (фон); 13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га; 14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га; 15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га; 16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га; 17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 21. Фон + Регоплант 50 мг/га.

Так, у варіантах, де вносився гербіцид Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність каталази знизилася у середньому на 7–10%, пероксидази на 1–3%, поліфенолоксидази на 8–13% порівняно з активністю даних ферментів у цих же варіантах у фазу кущіння. За внесення досліджуваних норм гербіциду у суміші з PPP активність ферментів у порівнянні з фазою кущіння знизилася на 6–10% – для каталази, 9–11% – для пероксидази та 4–15% – для поліфенолоксидази.

У варіантах, де проводили передпосівну обробку насіння Регоплантом 250 мл/т і застосовували Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність ферментів у фазу викидання волоті порівняно з фазою кущіння знижувалася на 7–9% – для каталази, 2–5% – для пероксидази, 5–17% – для поліфенолоксидази, а у варіантах комплексного застосування препаратів (Пік 75 WG по сходове внесення + Регоплант по сходове внесення + Регоплант обробка посівного матеріалу) активність каталази знизилася на 7–12%, пероксидази – 16–23%, поліфенолоксидази – 6–9%.

Проте висока активність ферментів у фазу викидання волоті простежувалась у варіантах застосування Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га в суміші з PPP Регоплант по фоні обробки насіння PPP Регоплант, де активність каталази перевищувала контроль I на 13,7; 24,7; 29,0 і 16,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 10,4; 20,8; 26,5; 12,1 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 8,9; 11,3; 13,1; 5,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновок: застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант накладає істотний відбиток на проходження ліпопероксидаційних та ферментативних процесів у рослинах. Разом з тим оптимальні умови для подолання окиснювального стресу рослинами соризу створюються за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га в комплексі з PPP Регоплант (50 мл/га – внесення по сходах, 250 мл/т – обробка посівного матеріалу), де зниження рівня ліпопероксидаційних процесів у відношенні до

варіантів самостійного застосування гербіциду складало до 20%, підвищення активності GST – до 32%. Сумісне застосування гербіциду з регулятором росту рослин по фоні обробки насіння PPP Регоплант демонструє зростання активності досліджуваних ферментів класу оксидоредуктаз, що може бути наслідком інтенсифікації в рослинах під впливом PPP метаболічних перетворень, направлених як на детоксикацію ксенобіотика, так і тих, що є результатом активізації під впливом PPP фізіолого-біохімічних процесів. Значне підвищення активності ферментів упродовж фаз кушіння – викидання волоті простежувалося в посівах соризу за дії гербіциду Пік 75 WG у нормах 15–20 г/га у комплексі з PPP Регоплант (обробка насіння – 250 мл/т + обробка посівів 50 мл/га), зокрема активність каталази зростала в середньому на 22–49%, пероксидази – 8–39%, поліфенолоксидази – 45–53%.

3.2. Вміст та співвідношення пігментів

Серед низки життєво важливих процесів, які визначають ріст і розвиток рослин, головним, у результаті якого утворюється органічна речовина, є фотосинтез. Тому інтенсифікація його роботи є основою збільшення врожайності всіх сільськогосподарських культур, у тому числі й соризу. Разом з тим продуктивність сільськогосподарських рослин тісно пов'язана з показниками фотосинтетичного апарату, зокрема з вмістом в ньому хлорофілу, який формується за низки агротехнічних заходів, у тому числі й за внесення біологічно активних речовин – гербіцидів і регуляторів росту рослин.

Дослідженнями встановлено, що вміст хлорофілу в рослинах постійно змінюється і залежить від фази розвитку рослин та умов навколишнього середовища. Проте серед інших чинників, що впливають на вміст у рослинах хлорофілу і їх фотосинтетичну продуктивність вчені називають гербіциди й регулятори росту рослин [22, 211, 212]. Так, дослідженнями Л. Д. Романчук та О. В. Зінченка [213] з вивчення дії регуляторів росту рослин Регоплант,

Агростимулін і Емістим на міскантусі встановлено, що всі досліджувані препарати сприяли збільшенню вмісту хлорофілу в листках за одночасного позитивного впливу на ріст рослин і розвиток листкового апарату.

В. Л. Курило із співавторами [214] встановили, що гербіцид Діален Супер у нормах 1,0–1,25 л/га на фоні добрив ($N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{160}P_{160}K_{160}$) сприяв підвищенню вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках сорго цукрового на 15%–22%.

О. І. Заболотний із співавторами [215] в своїх досліджах із застосуванням гербіциду Трофі 90 у нормах 1,5 і 2,5 л/га в посівах кукурудзи дійшли висновку, що показник чистої продуктивності фотосинтезу у відношенні до контролю змінювався в залежності від норми внесення препарату на 11% і 21%.

Дослідами З. М. Грицаєнко та Р. М. Притуляка [216] з вивчення дії гербіцидів Пріми і Пуми супер у технології вирощування тритикале було встановлено, що концентрація хлорофілів у листковому апараті рослин залежала від норми внесення препаратів, проте найвищі показники спостерігалися за використанням гербіциду Пріми в нормі 0,8 л/га та Пуми супер у нормі 1,2 л/га в комплексі з регулятором росту рослин Біолан, де перевищення до контролю складало 21 і 16% залежно від норм гербіцидів.

Отже, зміни в пігментному комплексі рослин можуть слугувати фізіологічною реакцією на дію біологічно активних речовин, оскільки пігменти беруть безпосередню участь у формуванні специфічної структури фотосинтетичного апарату рослин і відіграють важливе значення у фотофізичних та фотохімічних реакціях.

З метою виключення впливу на пігментний комплекс рослини умов навколишнього середовища (сонячна радіація, опади, вологість, тощо), нами було закладено дослід у жорстко контрольованих (вегетаційних) умовах, у якому з'ясовували здатність рослин соризу накопичувати пластидні зелені пігменти (хлорофіли *a* і *b*, *a+b*) за умов внесення фізіологічно активних речовин – гербіциду і регулятора росту рослин.

За результатами проведеного експерименту встановлено, що за внесення гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант вміст хлорофілів *a* і *b* у листках соризу у відношенні контролю зростає, водночас обприскування вегетуючих рослин соризу лише гербіцидом Пік 75 WG за максимального зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 1,3–1,6 разів, тоді як за внесення гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант – 1,4–1,7 рази (табл. 3.5).

Досліджуючи варіанти з фоновією обробкою насіння соризу перед сівбою Регоплантом, нами встановлено, що максимальне накопичення хлорофілів *a* і *b* відбувалося у варіантах, де Пік 75 WG застосовували по фоні в нормі 20 г/га (перевищення до контролю за вмістом хлорофілів *a* і *b* складало 1,4 і 1,6 рази).

За внесення Піку 75 WG в суміші з Регоплантом по фоні обробки насіння цим же PPP максимальні показники вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках соризу відмічені за норм гербіциду 20 г/га, де перевищення до контролю складало 1,5 і 1,9 рази.

Аналізуючи суму хлорофілів *a* і *b* в листках соризу, можна констатувати, що найвищі показники формувались у варіантах досліду Пік 75 WG + Регоплант (обробка насіння) та Пік 75 WG + Регоплант (обробка рослин), зокрема в цих варіантах досліду сума хлорофілів *a* і *b* зросла до контролю у 1,3–1,5 та 1,5 і 1,6 рази.

Показник відношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* також змінювався залежно від компонування препаратів, разом з тим за самостійного внесення гербіциду Пік 75 WG він знаходився у межах 2,0–2,6; за внесення Пік 75 WG в суміші з Регоплантом – 2,2–2,6; за внесення Пік 75 WG в суміші з Регоплантом по фоні обробки перед сівбою насіння цим же PPP – 1,9–2,1. Зменшення відношення хлорофілу *a* до *b* за комплексної дії гербіциду і PPP свідчить про зростання в пігментному комплексі частки хлорофілу *b* та збільшення розмірів світлозбирального комплексу, про що вказують й інші вчені [217].

Таблиця 3.5

Вплив гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант на вміст і співвідношення хлорофілів у листках соризу (фаза трьох листків, п'ята доба після внесення препаратів, вегетаційний дослід, 2016 р., мг/г сирої речовини)

Варіант досліджу	Х _{л_а}	Х _{л_б}	Х _{л_(а+б)}	Х _{л_{а/б}}
Без застосування препаратів (контроль)	0,952	0,380	1,332	2,5
Пік 75 WG 10 г/га	1,181	0,464	1,645	2,5
Пік 75 WG 15 г/га	1,204	0,588	1,792	2,0
Пік 75 WG 20 г/га	1,247	0,616	1,863	2,0
Пік 75 WG 25 г/га	1,170	0,457	1,627	2,6
Регоплант 50 мл/га	1,063	0,444	1,507	2,4
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,262	0,492	1,754	2,6
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,303	0,503	1,806	2,6
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,354	0,629	1,983	2,2
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,289	0,490	1,779	2,6
Регоплант 250 мл/т (фон)	1,105	0,431	1,536	2,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1,199	0,475	1,674	2,5
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1,228	0,593	1,821	2,1
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1,287	0,621	1,908	2,1
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1,188	0,460	1,648	2,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,317	0,631	1,948	2,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,380	0,745	2,125	1,9
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,394	0,732	2,126	1,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,326	0,711	2,037	1,9
Фон + Регоплант 50 мг/га	1,252	0,514	1,766	2,4
<i>НІР₀₁</i>	<i>0,012</i>	<i>0,006</i>	–	–

У ході досліджень також встановлено, що максимальна норма гербіциду 25 г/га призводила до зменшення вмісту в листках соризу хлорофілів *a* і *b* (порівняно з нормами 10–20 г/га), що може бути пов'язано з підвищенням рівня ПОЛ у клітинах (встановлено нашими попередніми дослідженнями), в результаті якого погіршується синтез хлорофілів, а в окремих випадках – відбувається його руйнування.

Польові дослідження з вивчення накопичення хлорофілів у листках соризу підтвердили дані вегетаційного дослідження, де було проаналізовано залежність формування даних показників від дії гербіциду Пік 75 WG, внесеного як окремо, так і в комплексі з Регоплантом (табл. 3.6). Так, у 2016 р. за самостійного внесення Піку 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га показники вмісту хлорофілу у листках соризу в порівнянні з контролем I збільшувалися, зокрема перевищення для хлорофілу *a* становило 0,215; 0,371; 0,602; 0,131 мг/г сирової речовини, хлорофілу *b* – 0,204; 0,361; 0,424; 0,125 мг/г сирової речовини.

За використання цих же норм гербіциду, але в поєднанні з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га, показники хлорофілу *a* зростали до контролю I на 0,243; 0,419; 0,687; 0,494 мг/г сирової речовини, хлорофілу *b* – 0,306; 0,394; 0,510; 0,560 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів *a* + *b* – 0,419; 0,732; 1,026; 0,256 мг/г сирової речовини за HP_{05} для *a* + *b* 0,220.

Застосування гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) призвело до збільшення суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю I на 0,979; 1,627; 1,523; 1,134 мг/г сирової речовини відповідно до норм внесення гербіциду. Найбільш позитивний вплив на накопичення хлорофілів *a* і *b* у листках соризу спостерігався за інтегрованою дією гербіциду Пік 75 WG у вищезгаданих нормах з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні обробки цим же РРР насіння. Так, сума хлорофілів *a* і *b* у даних варіантах становила 3,432; 3,210; 3,974; 3,577 мг/г сирової речовини при 2,189 мг/г сирової речовини у контролі I, що може свідчити про позитивний вплив поєднаного застосування даних препаратів на формування пігментного комплексу рослин соризу завдяки дії кількох чинників: зниженні негативної дії на рослини соризу бур'янового компоненту агроценозу та рістрегулювального впливу Регопланту на кореневу й вегетативну системи рослин.

Варіант з ручними прополюваннями упродовж вегетації (контроль II) за сумою хлорофілів *a* і *b* перевищував контроль I на 1,150 мг/г сирової

речовини, що, очевидно, є результатом повної відсутності конкуренції з боку бур'янів за поживні речовини й інші чинники життя.

Таблиця 3.6

Вплив гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант на вміст хлорофілу у листках соризу у фазі викидання волоті (мг/г сирової речовини)

Варіант досліджу	Роки досліджень								
	2016			2017			2018		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
Без застосування препаратів (контроль I)	1,586	0,603	2,189	1,804	0,529	2,333	1,898	0,551	2,449
Ручні прополювання впродовж вегетації (контроль II)	2,289	1,050	3,339	2,451	1,118	3,569	2,654	1,056	3,710
Пік 75 WG 10 г/га	1,801	0,807	2,608	1,944	0,592	2,536	2,097	0,681	2,778
Пік 75 WG 15 г/га	1,957	0,964	2,921	1,980	0,581	2,561	2,205	0,752	2,957
Пік 75 WG 20 г/га	2,188	1,027	3,215	2,050	0,631	2,681	2,373	0,807	3,180
Пік 75 WG 25 г/га	1,717	0,728	2,445	1,830	0,518	2,348	1,986	0,607	2,593
Регоплант 50 мл/га	1,605	0,674	2,379	2,073	0,823	2,896	2,060	0,729	2,789
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 г/га	1,829	0,909	2,738	1,817	0,599	2,416	2,042	0,734	2,776
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 г/га	2,005	0,997	3,002	2,152	0,954	3,106	2,328	0,950	3,278
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 г/га	2,273	1,113	3,386	2,308	1,100	3,408	2,565	1,078	3,643
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 г/га	2,080	1,163	3,243	2,173	0,522	3,095	2,382	0,821	3,203
Регоплант 250 мл/т (Фон)	1,658	0,802	2,460	1,882	0,586	2,468	1,982	0,676	2,658
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1,998	1,170	3,168	1,997	0,758	2,755	2,237	0,939	3,176
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	2,380	1,436	3,816	2,092	0,732	2,824	2,504	1,056	3,560
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	2,312	1,400	3,712	2,241	1,106	3,347	2,550	1,220	3,770
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	2,108	1,215	3,323	2,068	1,121	3,189	2,339	1,138	3,477
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 г/га	2,214	1,218	3,432	2,039	0,956	2,995	2,382	1,059	3,441
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 г/га	2,313	1,408	3,210	2,381	0,974	3,355	2,629	1,160	3,789
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 г/га	2,587	1,387	3,974	2,347	1,455	3,802	2,763	1,384	4,147
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 г/га	2,202	1,351	3,577	1,986	0,919	2,905	2,345	1,105	3,450
Фон + Регоплант 50 мг/га	2,086	1,190	3,276	1,889	0,821	2,710	2,226	0,979	3,205
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,060</i>	<i>0,180</i>	<i>0,220</i>	<i>0,340</i>	<i>0,080</i>	<i>0,190</i>	<i>0,116</i>	<i>0,046</i>	<i>0,162</i>

Дані щодо вмісту хлорофілів у листках соризу отримані упродовж 2017 року дещо варіювали порівняно з попереднім роком досліджень, але загальна тенденція зберігалась такою ж. Зокрема за внесення лише гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га збільшення показників суми хлорофілів *a* і *b* у листках соризу складало відносно контролю I 0,203; 0,228; 0,348 і 0,015 мг/г сирової речовини.

За використання цих же норм гербіциду в поєднанні з Регоплантом сума хлорофілів *a* і *b* зростала до контролю I на 0,083; 0,773; 1,075; 0,762 мг/г сирової речовини. Водночас внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га на фоні обробленого Регоплантом 250 мл/т насіння підвищило вміст суми хлорофілів *a* і *b* на 0,424; 0,491; 1,014; 0,856 мг/г сирової речовини, а за використання цих же композицій на фоні обробки насіння Регоплантом зумовило збільшення суми хлорофілів *a* і *b* до контролю I на 0,662; 1,022; 1,469; 0,572 мг/г сирової речовини. Одержані дані узгоджуються з показниками вмісту хлорофілів, що формувались у попередній рік досліджень і підтверджують найбільш оптимальний вплив на формування пігментного комплексу соризу за інтегрованого використання досліджуваних препаратів: регулятор росту рослин (обробка насіння) + гербіцид + регулятор росту рослин (обробка рослин).

Вивчення накопичення зелених пігментів рослинами соризу у 2018 р. показало вищі показники в порівнянні з двома попередніми роками, але тенденція залишилася аналогічною попереднім рокам досліджень: найвищий вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми було відмічено у варіантах Пік 75 WG (15 і 20 г/га) + Регоплант (обробка насіння) + Регоплант (обробка посівів), де перевищення за сумою хлорофілів *a* і *b* до контролю I складало 55–69%.

В середньому за 2016–2018 рр. (рис. 3.3) найвищі показники вмісту хлорофілу *a* і *b*, суми *a+b* були відмічені у варіантах комплексного використання препаратів: Пік 75 WG 10–25 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т, де перевищення за хлорофілом *a* складало до контролю I 1,2–1,5 рази, *b* – 1,9–2,5 рази, *a+b* – 1,4–1,7 рази.

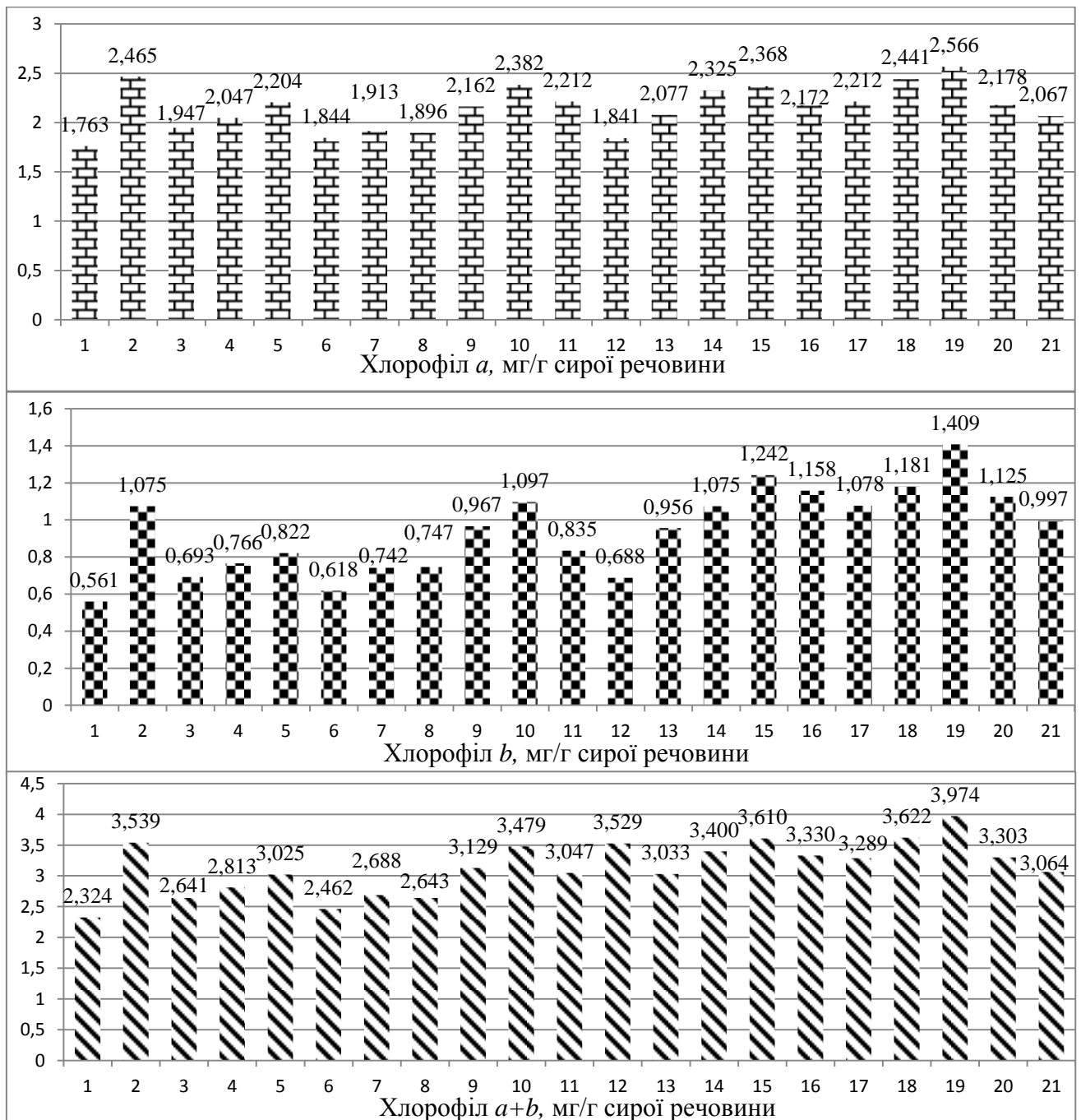


Рис. 3.3. Вплив гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант на вміст хлорофілу у листках соризу у фазі викидання волоті (2016–2018 рр.):

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Пік 75 WG 10 г/га; 4. Пік 75 WG 15 г/га; 5. Пік 75 WG 20 г/га; 6. Пік 75 WG 25 г/га; 7. Регоплант 50 мл/га; 8. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 11. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 12. Регоплант 250 мл/т (фон); 13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га; 14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га; 15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га; 16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га; 17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 21. Фон + Регоплант 50 мг/га.

Таким чином, з даних, одержаних стосовно формування вмісту пігментів у листках соризу, можна зробити висновок, що їх накопичення залежить як від погодних умов, що склалися упродовж вегетації, так і від норм внесення гербіциду і способів використання PPP; найінтенсивніше хлорофіли *a* і *b* накопичувалися в листках соризу на фоні обробки насіння перед сівбою PPP Регоплант та внесення по даному фону суміші гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, що виявляло позитивний вплив на проходження в рослинах обмінних процесів, результатом яких стало формування більш потужного пігментного комплексу.

3.3 Анатомо-морфологічні зміни листкового апарату

У процесі свого розвитку рослини, зважаючи на умови навколишнього середовища та з віком, безупинно змінюються за своїми розмірами і зовнішніми морфологічними ознаками, при цьому простежується певна анатомічна структура епідермісу рослини, спираючись на яку, можна охарактеризувати глибину впливу чинників різної природи на рослинний організм [218]. З практики вирощування сільськогосподарських культур відомо, що внесення біологічно активних речовин, у тому числі гербіцидів і регуляторів росту рослин, суттєво впливає на формування листкового апарату [219]. Дана тенденція дещо висвітлена у науковій літературі [220], проте механізм дії даних препаратів на структуру епідермісу листків та формування листкового апарату більшості сільськогосподарських культур, зокрема й соризу, вивчено недостатньо.

Проникність гербіциду в тканину листкової пластинки є індивідуальною для кожної культури (залежно від присутності епікутикулярних восків, товщини кутикули тощо), проте початкова дія гербіцидів зосереджується переважно у точках активного росту, де вони порушують або зупиняють метаболізм клітин [221, 222].

У наступному така дія препаратів відображається на формуванні анатомічної структури листкового апарату [223, 224]. Науковцями доведено [22, 156, 225], що внесення гербіцидів у посівах культур злакової групи зумовлює формування у їх листкових пластинках різної кількості клітин і продихів залежно від норм внесення гербіцидного агента.

Також у літературі приводяться матеріали стосовно впливу на формування анатомічної структури листків регуляторів росту рослин, що в більшості випадків узгоджується з підвищенням мітотичної активності в меристемах [226]. Водночас нині дослідження з впливу комплексного застосування гербіцидів і РРР [227–230] не охоплюють весь спектр сільськогосподарських культур. Зважаючи на це, нами було виконано дослідження дії гербіциду і РРР на анатомо-морфологічні зміни листкового апарату соризу.

Результати досліджень показали, що анатомічна структура епідермісу листкової пластинки соризу змінювалась в залежності як від погодних умов, так і від норм та способів використання у посівах соризу гербіциду і регулятора росту рослин (табл. 3.7).

Зокрема під час дослідження структури епідермісу рослин соризу у 2016 р. нами було встановлено, що внесення гербіциду класу сульфонілсечовини Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га призвело до деякого зменшення числа клітин в полі зору мікроскопа на 24; 20; 23 і 15 шт., ніж у контролі I. Застосування гербіциду Пік 75 WG сумісно з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га призвело також до зменшення числа клітин у полі зору мікроскопа як в порівнянні до варіанту контроль I, так і варіантів з самостійним використанням Пік 75 WG, але в порівнянні до варіантів із застосуванням лише гербіциду площа клітин зросла на 95; 139; 79; 80 мкм². Такі зміни можуть бути пов'язані тим, що за зменшення забур'яненості посівів та зниження конкуренції за вологу й мінеральне живлення для рослин соризу покращуються умови росту й розвитку.

Таблиця 3.7

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, 2016 р.

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	K _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	304	59,6	14,3	852	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	247	76,9	15,3	1177	0,81
Пік 75 WG 10 г/га	280	68,4	13,5	923	0,92
Пік 75 WG 15 г/га	284	65,7	14,7	966	0,93
Пік 75 WG 20 г/га	281	73,6	14,1	1038	0,92
Пік 75 WG 25 г/га	289	62,9	14,3	899	0,95
Регоплант 50 мл/га	295	60,9	15,1	920	0,97
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	269	70,2	14,5	1018	0,88
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	264	67,8	16,3	1105	0,87
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	262	67,3	16,6	1117	0,86
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	270	68,0	14,4	979	0,89
Регоплант 250 мл/т (фон)	300	62,4	14,6	911	0,99
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	273	65,9	14,3	942	0,90
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	281	65,8	15,6	1026	0,92
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	251	66,0	16,9	1115	0,83
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	261	60,5	15,0	908	0,86
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	260	64,0	15,8	1011	0,86
Фон + Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50 мл/га	245	65,8	16,3	1073	0,81
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	239	70,3	16,5	1160	0,79
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	241	72,3	14,9	1077	0,79
Фон + Регоплант 50 мг/га	289	61,9	14,3	885	0,95
<i>HIP₀₅</i>	8,2	3,4	0,7	54,9	

Аналізуючи варіанти, де проводилася передпосівна обробка насіння Регоплантом (250 мл/г) також спостерігалось незначне зменшення кількості клітин в полі зору мікроскопу (на 4 шт.) за збільшення площі однієї клітини

до 911 мкм² при 852 мкм² в контрольному варіанті I. За внесення гербіциду у досліджуваних нормах у варіантах на фоні обробки посівного матеріалу PPP було відзначено більш істотне збільшення площі однієї клітини на 19; 60; 77; 9 мкм², проти варіантів, де передпосівна обробка насіння не проводилась.

Найоптимальніші ж умови для формування клітин епідермісу лістків соризу були відмічені у варіантах досліду комплексного використання гербіциду й PPP – Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант (обробка посівного матеріалу 250 мл/т і посходове внесення PPP 50 мл/га), де площа однієї клітини перевищувала показник контролю I на 159–308 мкм². Це може бути наслідком послаблення негативної дії гербіциду на рослинний організм, що доведено нашими попередніми дослідженнями, за одночасного позитивного впливу PPP на фази розтягування і ділення клітин.

Досліджуючи структуру епідермісу соризу у 2017 р., (Додаток Б, табл. Б. 1), можна відзначити подібні залежності що й у 2016 р., проте, якщо у 2016 році у забур'яненому контролі I кількість клітин складала 304 шт. у полі зору мікроскопа, то у 2017 р. вона знизилась до 280 шт. за одночасного зростання площі на 38%, що може бути наслідком погодних умов, які склалися на ранніх етапах органогенезу соризу. Також, слід зазначити, оптимальна за розмірами площа клітин епідермісу соризу у 2017 р. була відмічена у варіанті ручні прополювання (контроль II), з перевищенням до контролю I на 37% та у варіантах комплексного застосування Пік 75 WG і PPP (обробка насіння та посівів), де перевищення до контролю I складало в середньому 29–46%. Очевидно, що у варіанті контроль II збільшення площі клітин епідермісу може бути наслідком відсутності бур'янового компоненту, тоді як у варіантах комплексного застосування препаратів – ще й підсиленням ростових процесів, обумовлених екзогенними фітогормонами, складовими PPP.

Одержані експериментальні дані стосовно анатомічної структури епідермісу соризу у 2018 р. (Додаток Б, табл. Б. 2) показали, що як і в попередні роки досліджень із наростанням норм гербіциду Пік 75 WG до 20

г/га, кількість епідермальних клітин листкової пластинки соризу у полі зору мікроскопу зменшувалась, особливо це простежувалось у варіантах досліду, де Пік 75 WG застосовували разом з PPP Регоплант, зокрема за таких умов кількість клітин епідермісу соризу у порівнянні з варіантом контроль I знижувалась на 10–15%. За комплексного використання Пік 75 WG 10–25 г/га з PPP Регоплант (обробка перед сівбою + обробка вегетуючих рослин) кількість клітин епідермісу у відношенні до контролю I зменшувалась в середньому на 9–18% за зростання середньої площі однієї клітини на 9–15%.

Аналізуючи дані формування анатомічної структури епідермісу соризу в середньому за роки досліджень, нами встановлено, що внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га зумовило зменшення числа клітин до контролю I на 66; 18; 26 та 13 шт. (табл.3.8). Водночас при цьому простежувалось збільшення розмірів клітин (довжини і ширини), що супроводжувалось зростанням їх площі відносно контролю I на 8; 12; 19 і 4% відповідно. Дані зміни в розмірах клітин епідермісу та їх площі можуть бути наслідком покращення умов вегетації соризу, внаслідок зменшення присутності у посівах бур'янистого компоненту. Це підтверджується даними, одержаними у варіанті із ручними прополюваннями (контроль II), де за відсутності конкуренції з боку бур'янів рослини соризу формували більші за площею клітини листкового епідермісу в порівнянні до контролю I на 227 мкм².

За внесення тих же норм гербіциду, але в варіантах з передпосівною обробкою насіння Регоплантом (250 мл/т) кількість клітин листкового епідермісу соризу зменшилась порівняно з варіантами самостійного внесення гербіциду в середньому на 14–23 шт., а в порівнянні до контролю I – 33–40% відповідно. При цьому довжина клітин зросла до контролю I на 6,7–9,1 мкм² за відносно мало зміненої ширини (14,9–16,9 мкм²), водночас площа однієї клітини збільшилась до контролю I на 10–28%.

Таблиця 3.8

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і РРР Регоплант, 2016–2018 рр.

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	K _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	298	64,1	15,1	968	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	257	79,3	16,3	1195	0,86
Пік 75 WG 10 г/га	282	71,2	14,7	1047	0,94
Пік 75 WG 15 г/га	280	71,4	15,2	1085	0,93
Пік 75 WG 20 г/га	272	75,9	15,2	1154	0,91
Пік 75 WG 25 г/га	285	67,6	14,9	1008	0,92
Регоплант 50 мл/га	293	64,8	15,4	998	0,96
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	265	72,4	14,9	1080	0,89
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	260	71,4	16,8	1199	0,87
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	258	73,2	16,9	1238	0,87
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	262	70,8	15,0	1063	0,88
Регоплант 250 мл/т (фон)	295	65,0	15,0	975	0,99
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	270	69,4	15,1	1049	0,91
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	259	67,8	17,0	1153	0,87
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	250	69,5	17,2	1197	0,84
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	256	66,5	16,3	1084	0,86
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	263	70,3	16,5	1125	0,88
Фон + Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50 мл/га	251	70,8	17,5	1218	0,84
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	242	73,2	17,6	1289	0,81
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	253	78,6	15,4	1211	0,85
Фон + Регоплант 50 мг/га	290	65,2	15,5	1011	0,97
<i>НІР₀₅</i> *	<i>7,9–9,6</i>	<i>3,3–4,0</i>	<i>0,7–0,9</i>	<i>54,9–67,1</i>	

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

Очевидно, що в даному випадку позитивні зміни у формуванні збільшеної площі клітин епідермісу обумовлювались ще й рістрегулювальними властивостями біологічного препарату (РРР), складові якого мають цілеспрямований вплив на меристематичні тканини, чим

впливають на стадіях поділу і розтягування клітин на формування їх розмірів. Подібна дія на формування анатомічної структури листкового епідермісу соризу простежувалась за внесення у посівах гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га на фоні обробки перед сівбою насіння соризу PPP Регоплант, де кількість клітин епідермісу відносно контролю I зменшувалась в середньому на 28–48 шт. за зростання площі на 8–24%. Ці дані також підтверджують позитивну дію PPP Регоплант на ростові процеси рослин соризу за обробки препаратом насіння, що обумовлювало формування рослинами більш потужної кореневої системи та надземної біомаси, в тому числі на фоні зниженої або повністю відсутньої конкуренції з боку бур'янів (дія гербіцидного агента).

За комплексного використання в посівах соризу досліджуваних препаратів (PPP Регоплант (обробка насіння) + Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га + PPP Регоплант (обробка посівів) кількість клітин епідермісу в полі зору мікроскопа зменшувалась не тільки у відношенні контролю I (на 35–56 шт.), а й у відношенні варіантів розрізненого застосування препаратів (на 19–32 шт. – до варіантів самостійного використання Пік 75 WG та на 2–16 шт. – до варіантів Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка посівів)). Дані варіанти досліду продемонстрували найбільше зростання площі клітин епідермісу, яке у відношенні до контролю I складало 16–25%. Одержані дані з комплексного застосування препаратів у посівах соризу демонструють позитивний вплив на ростові процеси рослин, у тому числі й на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату, що обумовлюється сумарною дією кількох чинників: відсутністю або зменшенням впливу на посіви бур'янів (дія гербіциду) та стимулюючим впливом PPP (підвищення рівня ендогенних гормонів росту за впливу екзогенних), на що вказують й інші науковці [231, 232] та покращенням умов живлення за рахунок формування більш розвиненої кореневої системи (за дії передпосівної обробки насіння PPP), що підтверджується й іншими дослідженнями [156, 233, 234].

Для більш детального з'ясування дії досліджуваних препаратів на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату соризу нами розраховано коефіцієнт морфоструктури (табл. 3.7, 3.8, Додаток Б, табл. Б.1, Б2.). Як засвідчив аналіз, найнижчим даний коефіцієнт був у варіантах досліду з комплексним використанням препаратів (Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т), де його показники склали 0,81–0,88. Водночас найвищий K_m було відмічено у варіантах самостійного застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG – 0,91–0,94. Ці дані дають підставу стверджувати, що за комплексного використання препаратів рістрегулюваної дії (обробка насіння + обробка рослин), внесених на гербіцидному фоні, у рослин соризу простежується формування ознак мезоморфності, які характерні для рослин з високою продуктивністю [235, 236]. Підтвердженням цьому є дані, одержані нами стосовно формування площі листкового апарату, фотосинтетичної продуктивності та урожайності посівів соризу, які демонструють показники найвищої продуктивності посівів саме за комплексного використання досліджуваних препаратів.

Відомо, що урожайність сільськогосподарських культур залежить від низки показників, серед яких важливим є формування розвиненого листкового апарату, який би максимально ефективно накопичував органічну речовину. Площа листової поверхні будь якої сільськогосподарської культури може залежати від погодних умов, агротехніки вирощування, в тому числі й внесення гербіцидів та регуляторів росту рослин, адже саме листок контактує безпосередньо з діючою речовиною препаратів та може зазнавати певних змін. Тому, важливим було з'ясувати такі зміни в наростанні площі листової поверхні за розрізної і комплексної дії гербіциду і PPP у посівах соризу.

Досліджуючи формування листкового апарату рослин соризу у фазі кушіння нами було встановлено, що у 2016 році (табл. 3.9) за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га площа листкового апарату соризу зростала у відношенні до контролю I на 14; 16; 19; 15%, водночас

внесення бакової суміші гербіциду Пік 75 WG у вищезгаданих нормах разом з PPP Регоплант 50 мл/т сприяло наростанню листового апарату соризу в середньому на 16–22%.

Таблиця 3.9

Площа листового апарату (тис. м²/га) рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кущіння)

Варіант дослідю	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	24,4	25,6	27,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	30,7	35,9	39,9
Пік 75 WG 10 г/га	27,9	29,9	32,4
Пік 75 WG 15 г/га	28,3	30,6	33,1
Пік 75 WG 20 г/га	29,0	31,7	34,5
Пік 75 WG 25 г/га	28,1	29,6	32,3
Регоплант 50 мл/га	25,5	26,1	27,5
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	28,4	29,8	33,5
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	28,9	30,7	34,7
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	29,7	32,5	36,2
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	28,4	29,8	33,2
Регоплант 250 мл/т (фон)	24,9	25,8	27,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	28,1	30,3	32,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	28,7	31,4	33,9
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	29,6	32,6	35,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	28,3	30,1	32,5
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	29,0	31,6	36,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	29,5	33,0	37,0
Фон + Пік 75 WG 20г/га + Регоплант 50 мл/га	29,6	34,0	37,5
Фон + Пік 75 WG 25г/га + Регоплант 50 мл/га	28,7	31,6	34,9
Фон + Регоплант 50 мг/га	25,9	26,7	27,5
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,4</i>	<i>1,5</i>	<i>1,7</i>

Збільшення площі листкового апарату рослин соризу за використання Пік 75 WG, на наш погляд, відбувається завдяки оптимізації світлового, поживного й водного режимів, що складаються в посівах внаслідок знищення бур'янів. Разом з тим на формування площі листкового апарату впливала передпосівна обробка насіння PPP, так, якщо у контролі I площа листків соризу становила 24,4 тис. м²/га, то за обробки посівного матеріалу PPP Регоплант (250 мл/т) вона складала 24,9 тис. м²/га. Застосування по фоні обробки насіння соризу PPP гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га забезпечило зростання площі листкового апарату соризу у порівнянні до варіантів, де насіння не обробляли PPP Регоплант, у середньому на 2%. Водночас за внесення комбінації Пік 75 WG з Регоплантом по фоні обробки PPP Регоплант (250 мл/т) насіння простежувалось зростання площі листкового апарату соризу в порівнянні до варіантів самостійного використання гербіциду Пік 75 WG у середньому на 4%, а в порівнянні до контролю I – 21%.

Вивчаючи формування листкового апарату рослин соризу у 2017 році нами було відмічено, що його наростання проходило більш інтенсивно, ніж у попередній рік. Так у варіанті з ручними прополюваннями (контроль II), у порівнянні до контролю I, простежувалось збільшення площі листкового апарату соризу на 10,3 тис. м²/га, що, вочевидь, забезпечувалось відсутністю в посівах конкуренції з боку бур'янового компоненту.

Застосування у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га сприяло збільшенню наростання площі листкового апарату соризу в порівнянні до контролю I на 4,3; 5,0; 6,1 4,0 тис. м²/га, що може бути пов'язано з неповним знищенням бур'янового компоненту посівів соризу. За внесення бакових сумішей гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант наростання листкового апарату у відношенні до контролю I зростало в середньому на 16–27%. Бакові суміші (Пік 75 WG + Регоплант) препаратів, внесені по фоні передпосівної обробки насіння PPP Регоплант (250 мл/т) у відношенні контрольного варіанту (I) забезпечили зростання площі листкового апарату

соризу на 23–33%. Збільшення площі листків за дії сумішей гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант, можливо, відбувалось внаслідок дії екзогенних PPP на підвищення вмісту ендогенних ауксинів, які транспортуються в усі органи і позитивно впливають на формування і функціонування фотосинтетичного апарату [22, 237].

Досліджуючи динаміку формування листкової апарату у посівах соризу у 2018 р., було встановлено, що в усіх варіантах досліджу, де застосовували препарати та виконували ручні прополювання площа листків рослин соризу зростала. Так, за внесення гербіциду Пік 75 WG 10; 15; 20; 25 г/га площа листків соризу на 1 га відносно контролю I зростала на 20; 22; 27; 19%, тоді як за внесення цих же норм гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант 50 мл/га – 24; 28; 34; 23%. За використання гербіциду Пік 75 WG у досліджуваних нормах по фоні обробки насіння PPP Регоплант (250 мл/т) спостерігалось збільшення площі листкового апарату рослин соризу до контролю I на 20–32%. Найбільша ж площа листків соризу, як і у попередні роки досліджень, формувалась за умови внесення Пік 75 WG при різних способах застосування PPP Регоплант (обробка насіння та обробка вегетуючих рослин), за таких умов площа листкового апарату в посівах соризу збільшувалась до контролю I на 7,8–10,4 тис. м²/га.

У середньому за роки досліджень (2016–2018 рр.) найбільша площа листкового апарату соризу формувалась у посівах за комплексного використання досліджуваних препаратів – PPP Регоплант (обробка насіння) + Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка вегетуючих рослин), де перевищення до контролю I складало 23–31% (рис. 3.4).

При вивченні площі листкового апарату рослин соризу у фазу викидання волоті нами встановлено (табл 3.10), що її формування, як і в фазу кушіння, залежало від норм гербіциду Пік 75 WG, внесених окремо і за різного поєднання з PPP Регоплант. Так, у 2016 р. за самостійного внесення гербіциду Пік 75 WG площа листкового апарату рослин соризу в порівнянні до контролю I зростала в середньому на 6–15%, за подальшого використання

гербициду Пік 75 WG з PPP Регоплант – 10–21%, а за комбінування PPP Регоплант (обробка насіння) + Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка вегетуючих рослин) – 13–23%.

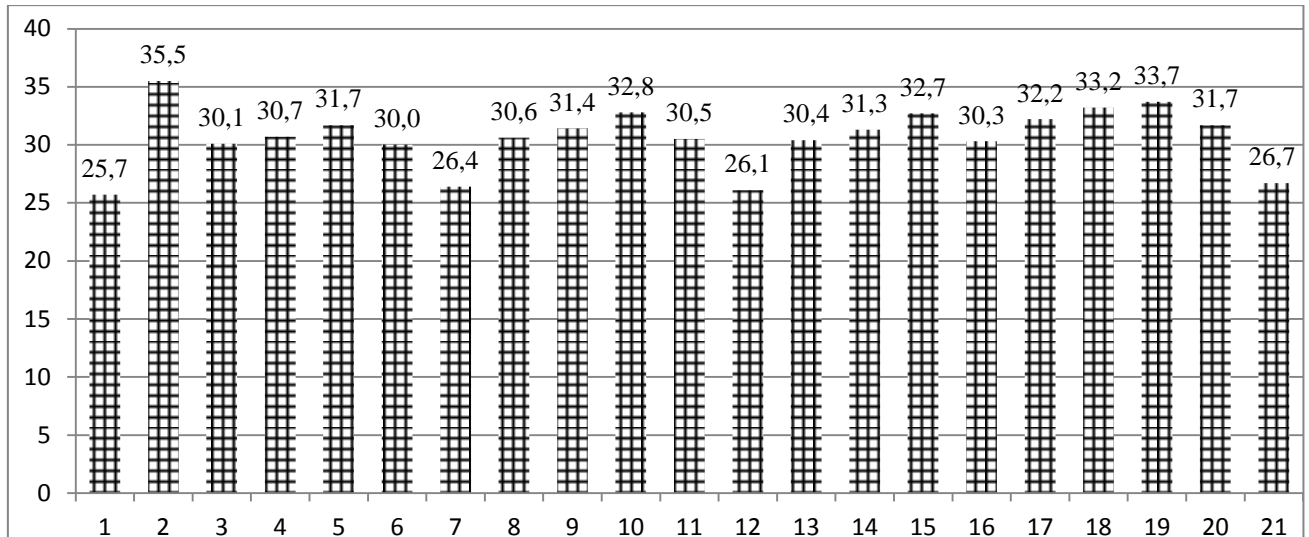


Рис. 3.4. Площа листкового апарату (тис. м²/га) рослин соризу за використання гербициду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кущіння, 2016–2018 рр.):

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Пік 75 WG 10 г/га; 4. Пік 75 WG 15 г/га; 5. Пік 75 WG 20 г/га; 6. Пік 75 WG 25 г/га; 7. Регоплант 50 мл/га; 8. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 11. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 12. Регоплант 250 мл/т (фон); 13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га; 14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га; 15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га; 16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га; 17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 21. Фон + Регоплант 50 мг/га.

При визначенні площі листкового апарату соризу у 2017 р. встановлено (табл. 3.10), що за внесення гербициду Пік 75 WG 10; 15; 20; 25 г/га вона перевищувала контроль I на 10; 18; 22 і 11% відповідно. За обприскування посівів PPP Регоплант 50 мл/га площа листкового апарату соризу збільшилась відносно контролю I на 3%. Проведення ручних прополювань посівів упродовж вегетації забезпечило наростання додаткової площі

листяного апарату у відношенні контролю I на 17,1 тис. м²/га.

Таблиця 3.10

Площа листяного апарату (тис. м²/га) рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза викидання волоті)

Варіант досліджу	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	51,4	55,0	57,8
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	66,0	72,1	76,6
Пік 75 WG 10 г/га	54,3	60,4	63,2
Пік 75 WG 15 г/га	55,8	65	68,3
Пік 75 WG 20 г/га	58,9	66,9	70,9
Пік 75 WG 25 г/га	56,0	60,9	64,5
Регоплант 50 мл/га	52,8	56,8	58,1
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	56,3	62,3	67,9
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	60,2	67,8	74,8
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	62,3	68,2	77,1
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	57,9	64,3	71,4
Регоплант 250 мл/т (фон)	51,2	55,9	58,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	55,7	61,1	64,2
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	56,9	66,7	70,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	59,5	67	71,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	57,0	63,2	67,8
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	58,0	64,2	70,6
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	61,1	68,9	77,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	63,0	69,3	77,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	59,4	66,7	74,4
Фон + Регоплант 50 мг/га	53,3	57,5	59,4
<i>НІР₀₅</i>	2,88	3,19	3,48

За комплексного внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з PPP Регоплант 50 мл/га площа листяного апарату соризу зростала до

контролю I на 7,3; 12,8; 13,2; 9,3 тис. м²/га. Фонова обробка насіння соризу PPP Регоплант сприяла наростанню в порівнянні з контролем I додаткових 0,9 тис. м²/га. За внесення гербіциду Пік 75 WG по варіантах з обробленим посівним матеріалом PPP Регоплант спостерігалось фомування додаткового листкового апарату в порівнянні до контролю I у середньому на 6,1–12 тис. м²/га. Найактивніше наростання листкового апарату було відмічено у варіантах, де вносилися композиції з гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант на фоні обробки цим же регулятором росту рослин перед сівбою насіння, де за такого поєднання препаратів площа листків соризу зростала до контролю I в середньому на 17–26%.

У 2018 році, застосування гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25г/ га сприяло наростанню додаткової площі листкового апарату соризу порівняно з контролем I на 5,4; 10,5; 13,1 і 6,7 тис. м²/га, водночас за внесення цих же норм гербіциду Пік 75 WG в суміші з PPP Регоплант – на 10; 17; 19,3 і 13,6 тис. м²/га, а за внесення композиції Пік 75 WG + PPP Регоплант по фоні обробки насіння перед сівбою PPP Регоплант – 12,8; 19,4; 20,0 і 16,6 тис. м²/га.

В середньому за три роки досліджень (рис. 3.5) найбільша площа листкового апарату соризу у фазу викидання волоті простежувалась у варіантах комплексного використання препаратів – Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка рослин) + PPP Регоплант (обробка насіння), де площа листків до контролю I зростала на 18–28%. Порівнюючи дані формування анатомічної структури епідермісу в цих варіантах досліджу, та дані формування листкового апарату, можна стверджувати, що комплексне використання препаратів (Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка рослин) + PPP Регоплант (обробка насіння)) забезпечувало максимально оптимальне формування анатомічної структури листків соризу за коефіцієнта морфоструктури 0,81–0,88, що відповідним чином відобразилось на формуванні найбільшого за площею листкового апарату.

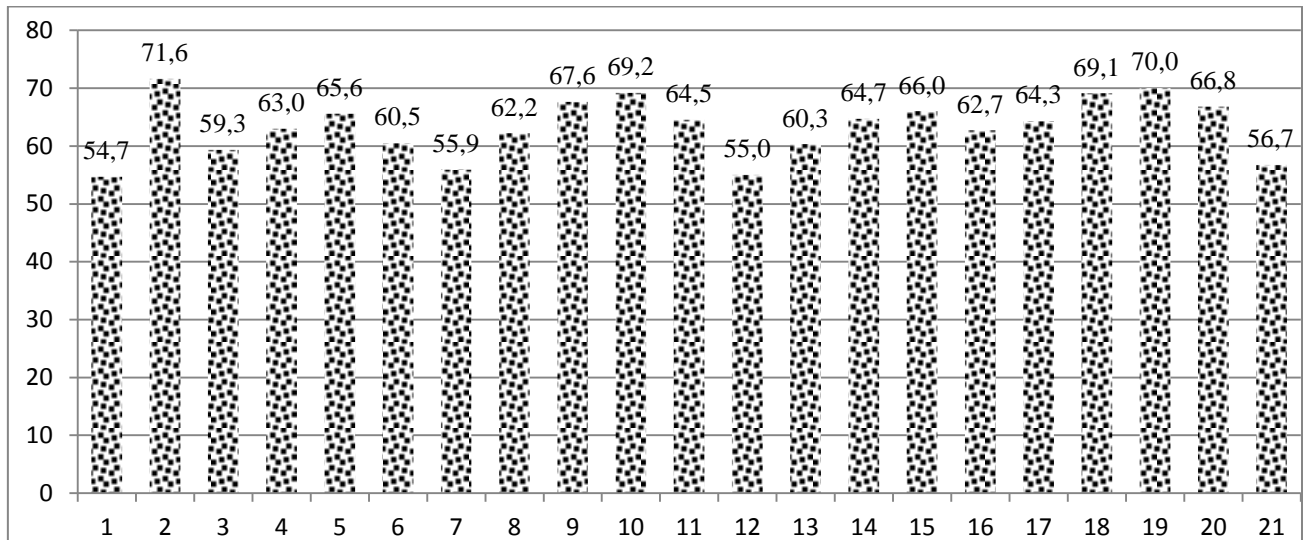


Рис. 3.5. Площа листкового апарату (тис. м²/га) рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза викидання волоті, 2016–2018 рр.):

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Пік 75 WG 10 г/га; 4. Пік 75 WG 15 г/га; 5. Пік 75 WG 20 г/га; 6. Пік 75 WG 25 г/га; 7. Регоплант 50 мл/га; 8. Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 11. Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 12. Регоплант 250 мл/т (фон); 13. Фон + Пік 75 WG 10 г/га; 14. Фон + Пік 75 WG 15 г/га; 15. Фон + Пік 75 WG 20 г/га; 16. Фон + Пік 75 WG 25 г/га; 17. Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га; 18. Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га; 19. Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га; 20. Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га; 21. Фон + Регоплант 50 мг/га.

Обрахувавши залежність між співвідношенням «площа листкового апарату» ↔ «площа клітин епідермісу» в рослинах соризу, нами встановлено тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,86$) між даними показниками, що підтверджує вплив формування площі клітин епідермісу на наростання площі листкової пластинки соризу.

Таким чином, застосування у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант в значній мірі впливає на формування анатомо-морфологічної структури епідермісу листкового апарату соризу. Найбільш позитивним за дією на листковий апарат соризу є застосування бакової суміші гербіциду Пік 75 WG у нормах 15–20 г/га з PPP Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же PPP у нормі 250 мл/т. За

комплексного використання в посівах соризу даних препаратів простежується зростання площі клітин епідермісу листкового апарату соризу на 26–33% за коефіцієнта морфоструктури 0,81–0,84, що є характерним для рослин з високою продуктивністю посівів.

Комплексне застосування гербіциду Пік 75 WG з PPP Регоплант в посівах соризу зумовлює більш активне наростання листкового апарату, що в фазу викидання рослинами волоті супроводжується зростанням показників у відношенні контролю I на 18–28%.

Формування найбільшої площі листкового апарату рослин соризу за комплексного використання досліджуваних препаратів узгоджується з оптимальною структурою листків та підтверджується тісним кореляційним зв'язком на рівні 0,86.

3.4. Надземна біомаса рослин соризу

Ріст рослин являє собою безперервний процес ділення та розтягування клітин. Встановлено, що доки листок не досягне $2/3$ своїх кінцевих розмірів, його значення у забезпеченні рослини продуктами фотосинтезу є зовсім незначним. Процес росту листка здійснюється за рахунок розтягування клітин палісадної паренхіми та поділом клітин мезофілу. Також встановлено, що вегетативну масу рослин визначають сортові особливості, погодні умови та агротехніка вирощування [238]. Ріст рослини на всіх етапах органогенезу повинен відповідати її потребам в енергії, вологозабезпеченні й елементах мінерального живлення.

Дослідженнями встановлено, що внесення гербіциду у посівах сільськогосподарських культур здатне зменшити кількість бур'янів у посівах, що в подальшому позитивно впливає на процеси формування біомаси культурних рослин [239]. Так, Т. М. Левченко із співавторами [240] встановили, що застосування гербіциду Харнес 2,0 л/га до появи сходів люпину збільшує його біомасу у фазу цвітіння на 13% у порівнянні з

варіантами, де гербіцид не застосовували. Це може свідчити про створення для рослин кращих умов у період вегетації культури за рахунок повної або часткової відсутності бур'янового компоненту в посівах. Також доведено, що застосування у посівах кукурудзи гербіциду Майстер у нормах 100–150 г/га, зумовлює на 91–162% зростання зеленої маси рослин порівняно з контрольним варіантом [241].

На формування надземної біомаси сільськогосподарських культур впливає і застосування регуляторів росту рослин. Так, застосування в посівах кукурудзи РРР Емістим С і Капаніну спричинило активізацію наростання біомаси кукурудзи проти контролю I на 9–12% [242].

С. В. Смолін із співавторами [243] у своїх дослідженнях, виконаних у посівах пшениці озимої встановили, що обробка насіння Епіном-екстра забезпечило формування до 15% додаткової вегетативної маси.

На жаль, досліджень з вивчення комплексного впливу гербіцидів і РРР у посівах соризу стосовно формування рослинами біомаси проводилось недостатньо, що визначило одне із завдань наших досліджень.

Рослини соризу сорту Титан відзначаються середніми строками кущіння та викидання волоті. На час досягання рослини мають середню висоту, таку ж кущистість та слабе гілкування. Проте дані елементи органогенезу напряму залежать від агротехніки вирощування й погодних умов (табл. 3.11). Так, аналізуючи надземну біомасу соризу у фазі кущіння у 2016 р. можна констатувати, що за повної відсутності у посівах бур'янового компоненту (контроль II) рослини формували на 19% більшу вегетативну масу, ніж у варіанті контроль I, де бур'яни не знищувались. За внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га відмічалось зростання вегетативної маси рослин соризу на 5–14%, що може бути наслідком знищення гербіцидом різного відсотка бур'янів (залежно від норми) та з іншого боку – деяким негативним впливом на рослини соризу підвищеної норми гербіциду, що підтверджується нашими фізіолого-біохімічними дослідженнями. За внесення бакових сумішей гербіциду з РРР Регоплант,

залежно від норми гербіциду, відмічено зростання надземної біомаси рослин у відношенні до контролю I на 9–16%, що може свідчити про активізацію ростових процесів рослин соризу, обумовлених фоновією дією гербіциду й рістрегулюючими властивостями PPP.

Таблиця 3.11

Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (г/рослину, 2016 р.)

Варіант досліджу	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	МОЛОЧНО-ВОСКОВОЇ СТИГЛОСТІ
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	34,1	119,2	152,6
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	40,6	145,1	183,4
Пік 75 WG 10 г/га	36,0	138,8	174,4
Пік 75 WG 15 г/га	38,2	140,8	178,4
Пік 75 WG 20 г/га	38,8	141,3	180,7
Пік 75 WG 25 г/га	35,7	136,9	178,1
Регоплант 50 мл/га	35,5	122,3	156,0
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	38,1	142,4	183,6
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,3	144,8	185,0
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,5	146,2	189,3
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	37,1	141,6	187,5
Регоплант 250 мл/т (фон)	35,2	134,5	153,3
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	37,4	139,5	180,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	38,6	142,0	180,6
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	39,4	145,3	183,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	36,2	137,9	176,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	37,5	142,7	185,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,5	146,3	188,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,3	147,0	190,1
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	37,8	144,2	187,6
Фон + Регоплант 50 мг/га	36,2	126,6	154,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,9</i>	<i>23,1</i>	<i>44,5</i>

Найвищі показники формування надземної біомаси соризу були одержані за умови внесення препаратів у комплексі – Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) + Регоплант (50 мл/га внесення по сходах та 250 мл/т – обробка насіння), що забезпечувало зростання біомаси рослин відносно контролю I на 11–24%.

У фазу викидання соризом волоті його надземна біомаса суттєво зростала у порівнянні до фази кушіння, проте у випадку використання препаратів відмічалась подібна залежність, що й у попередню фазу обліку. Так, за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га біомаса рослин соризу зростала до контролю I на 15–19%. За внесення цих же норм гербіциду по фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом біомаса рослин соризу зростала до гербіцидних варіантів на 1–3%. Водночас використання гербіциду Пік 75 WG у суміші з Регоплантом на фоні обробки насіння цим же PPP забезпечило зростання надземної біомаси рослин соризу до контролю I в середньому на 20–23%.

У фазу молочно-воскової стиглості рослини соризу формували найбільшу біомасу в порівнянні з попередніми фазами. Так, якщо у контролі I маса однієї рослини соризу складала 152,6 г, то за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га вона складала 174,4; 178,4; 180,7; 178,1 г/рослину відповідно. Найвищі ж показники біомаси соризу формувались у варіантах, де вносили бакові суміші – Пік 75 WG + Регоплант на фоні обробки цим же PPP перед сівбою насіння. У цих варіантах досліджу біомаса рослин перевищувала відповідні показники варіантів самостійного використання гербіциду на 5–6%, варіантів Пік 75 WG + Регоплант – 4–8%, а контролю I – 21–25%.

У 2017 (Додаток В, табл. В.1) і 2018 рр. (Додаток В, табл. В.2) спостерігалась подібна залежність формування надземної біомаси рослинами соризу за дії досліджуваних препаратів, проте наростання біомаси в ці роки проходило інтенсивніше ніж у 2016 р., що вказує ще й на залежність формування даних показників від погодних умов. Так, у контролі I у 2017 р.

біомаса рослин соризу у фазі кушіння збільшилась порівняно з 2016 роком на 4,9 г., у 2018 р. – 5,7 г. Водночас застосування гербіциду Пік 75 WG (15; 20 г/га) у 2017 році забезпечило наростання додаткової біомаси рослин соризу у фазі кушіння в порівнянні до контролю I більше на 9–11%, проте за норми гербіциду Пік 75 WG 10 і 25 г/га дані показники були нижчими за контроль I на 1%. За внесення Пік 75 WG по фону передповісної обробки насіння Регоплантом біомаса рослин соризу зростала до контролю I в середньому на 1–10%, а за внесення сумішей даних препаратів по фону обробки насіння перед сівбою Регоплантом – 8–21%. Така ж тенденція простежувалась і в інші фази росту й розвитку соризу, де найвищі показники біомаси були одержані у варіантах Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка рослин) + PPP Регоплант (обробка насіння перед сівбою), зокрема у фазу викидання волоті перевищення контролю I складало 21–27%, у фазу молочно-воскової стиглості – 36–61%.

Аналізуючи наростання біомаси в одну із ключових фаз розвитку рослин соризу, а саме викидання волоті упродовж 2018 року, варто відмітити, що за внесення гербіциду Пік 75 WG нагромадження біомаси рослинами соризу відбувалось на 17–23% інтенсивніше, ніж у контролі I. За внесення гербіциду по фону обробки насіння Регоплантом перевищення рослинами соризу біомаси насіння над гербіцидними варіантами складало в середньому 2%. Найкращі ж показники формувались, як і попередні роки досліджень, за внесення композицій з гербіциду у досліджуваних нормах разом з PPP (обробка посівів + обробка посівного матеріалу), де надземна біомаса рослин соризу у фазу викидання волоті перевищувала контроль I у середньому на 28–35%.

Аналізуючи формування біомаси рослинами соризу у середньому за три роки досліджень (табл. 3.12), можна констатувати, що у фазу кушіння рослин соризу даний показник за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га перевищував контроль I у середньому на 3–15%, у

фазу викидання волоті – 17–21%, у фазу молочно-воскової стиглості – 16–27%.

Таблиця 3.12

Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (г/рослину, середнє 2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	МОЛОЧНО-ВОСКОВОЇ СТИГЛОСТІ
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	37,6	129,4	169,7
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	44,1	160,2	212,0
Пік 75 WG 10 г/га	38,7	151,6	196,1
Пік 75 WG 15 г/га	41,9	155,5	206,9
Пік 75 WG 20 г/га	43,1	157,2	215,5
Пік 75 WG 25 г/га	38,8	153,3	208,9
Регоплант 50 мл/га	39,0	134,6	180,2
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	41,8	156,4	210,7
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,7	159,7	220,6
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	44,3	161,7	232,7
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	40,4	156,1	214,1
Регоплант 250 мл/т (фон)	39,1	146,5	170,4
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	41,2	152,7	207,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	42,3	155,6	215,6
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	43,3	159,0	227,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	39,7	151,3	212,1
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,2	155,7	214,6
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	43,4	161,2	228,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	46,1	164,4	238,2
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	41,8	158,5	224,5
Фон + Регоплант 50 мг/га	40,3	136,2	175,2
<i>НІР₀₅</i>	2,0	4,0	4,9

Застосування Піку 75 WG у тих же нормах, але на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом сприяло збільшенню надземної біомаси рослин соризу у фазу кущіння порівняно з контролем I на 6–15%, у фазу викидання волоті – 17–22%, у фазу молочно-воскової стиглості зерна – 22–34%. Проте найбільш інтенсивно за роки досліджень формування біомаси рослинами соризу проходило за внесення композицій Піку 75 WG з Регоплантом (обробка посівного матеріалу та вегетуючих рослин), так у даних варіантах досліді у фазу кущіння біомаса рослин до контролю I зростала на 11–23%, у фазу викидання волоті – 22–27%, у фазу молочно-воскової стиглості зерна – 32–40%.

Таким чином, з одержаних даних можна зробити висновки: найактивніше наростання надземної біомаси рослинами соризу відбувається у варіантах досліді з повною або частковою відсутністю в посівах бур'янів на фоні стимулювання росту й розвитку рослин PPP; найоптимальнішими за дією на формування біомаси рослинами соризу є бакові суміші Пік 75 WG 15–20 г/га і PPP Регоплант, внесені по фоні обробки насіння соризу перед сівбою PPP 250 мл/т, за використання яких надземна біомаса рослин зростає в середньому за фазами розвитку на 15–40%. Це узгоджуються з найбільшою активізацією в цих варіантах досліді проходження в рослинах фізіолого-біологічних процесів – ферментативних, накопичення хлорофілу, формування площі листової поверхні й ін.

3.5. Фотосинтетична продуктивність

Формування врожаю сільськогосподарських культур залежить від низки чинників, серед яких важливе значення відводиться процесам накопичення органічної речовини [244]. Тому, одним з важливих показників, що характеризує динаміку формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу [245].

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) відображає особливості нагромадження сухої біомаси рослинами за видових та сортових властивостей культури і дії навколишніх чинників: сонячної радіації, температури, вологості повітря, живлення, застосування біологічно активних речовин. Чиста продуктивність фотосинтезу відображає здатність культури до синтезу органічної речовини та вказує на потенційний урожай [246, 247].

Сориз, як представник просоподібних злаків, має високий потенціал чистої продуктивності фотосинтезу, що базується на більш ефективному шляху засвоєння вуглекислого газу по типу C_4 [248]. C_4 -фотосинтез є модифікацією звичайного C_3 -фотосинтезу і з'явився в процесі еволюції. Інтенсивність фотосинтезу за однакових умов у C_4 -видів рослин у середньому вище в 2 рази, ніж у C_3 . Висока активність фотосинтетичного апарату C_4 -видів рослин досягається за рахунок засвоєння та відновлення CO_2 на світлі у двох спеціалізованих клітинах листка – мезофілі і обкладках провідних пучків [249]. Завдяки підсиленню інтенсивності фотосинтезу можна досягти значного приросту врожаю [250, 251]. Разом з тим синтез органічних речовин у процесі фотосинтезу залежить не тільки від біотичних, а й від абіотичних чинників [252].

Дослідженнями встановлено [253], що найвищі показники ЧПФ у посівах пшениці полби звичайної формуються за дії 0,5 та 0,6 л/га Пріми Форте 195 сумісно з 1,0 л/га Вуксалу БІО Vita на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту рослин. Підвищення норми застосування гербіциду Пріма Форте 195 до 0,7 л/га призводило до незначного пригнічення фотосинтетичних процесів у рослинах, що відповідним чином відображалось на формуванні показників чистої продуктивності фотосинтезу посівів.

Спостереження за показниками чистої продуктивності фотосинтезу в посівах соризу упродовж 2016–2018 рр. показали, що ЧПФ залежала від погодних умов, норм застосування гербіциду та їх поєднання з РРР (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Чиста продуктивність фотосинтезу посівів соризу за дії гербіциду
Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант (г/м² за добу, фаза
викидання волоті – молочно-воскової стиглості зерна)**

Варіант досліджу	Роки досліджень			Середнє за три роки
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	4,63	4,79	5,40	4,94
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	5,53	5,82	6,52	5,96
Пік 75 WG 10 г/га	4,91	4,96	5,67	5,18
Пік 75 WG 15 г/га	5,30	5,07	5,96	5,44
Пік 75 WG 20 г/га	5,33	5,25	6,07	5,55
Пік 75 WG 25 г/га	4,85	5,13	5,73	5,24
Регоплант 50 мл/га	4,71	4,92	5,61	5,08
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,24	5,11	5,94	5,43
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,37	5,42	6,20	5,66
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,40	5,55	6,29	5,75
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,35	5,42	6,19	5,65
Регоплант 250 мл/т (фон)	4,85	4,90	5,52	5,09
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	5,13	5,01	5,82	5,32
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	5,20	5,29	6,02	5,50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	5,31	5,63	6,28	5,74
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	5,26	5,20	6,00	5,49
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	5,25	5,18	6,02	5,48
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,55	5,45	6,31	5,77
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,49	5,66	6,38	5,84
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	5,27	5,30	6,07	5,55
Фон + Регоплант 50 мг/га	4,77	4,84	5,52	5,04
<i>HIP05</i>	<i>0,24</i>	<i>0,19</i>	<i>0,22</i>	

Так, аналізуючи дані чистої продуктивності фотосинтезу рослин соризу у 2016 році встановлено, що, за внесення гербіциду Пік 75 WG у досліджуваних нормах (10; 15; 20 і 25 г/га) показники чистої продуктивності фотосинтезу рослин соризу зростали відносно контролю I на 6; 14; 15 і 5%,

що може бути наслідком знищення або пригнічення бур'янового компоненту агроценозу, внаслідок чого для даних посівів склалися більш сприятливі умови за освітленістю, поживним режимом ґрунту та вологозабезпеченістю. Підтвердженням цьому є варіант, де упродовж вегетації проводилися ручні прополювання (контроль II), коли за повного знищення бур'янового компоненту чиста продуктивність фотосинтезу перевищувала контроль I на 19%. За обприскування посівів PPP Регоплант чиста продуктивність фотосинтезу посівів соризу зростала у відношенні до контролю I на 2%, водночас за використання PPP у бакових сумішах з різними нормами гербіциду Пік 75 WG – зростала в середньому на 13–17%. За обприскування посівів соризу гербіцидом Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 г/га по фонових варіантах (обробка PPP насіння) спостерігалось перевищення показників ЧПФ у середньому на 11–15%. Варто також відзначити, що внесення Пік 75 WG у нормі 25 г/га по фоні обробки насіння PPP сприяло зростанню ЧПФ у відношенні до контролю I на $0,63 \text{ г/м}^2$ за добу, тоді, як за самостійного внесення гербіциду у цій же нормі – $0,22 \text{ г/м}^2$ за добу.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу відмічено за умови внесення по фоновій обробці посівного матеріалу PPP Регоплант бакових сумішей Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) із Регоплантом (50 мл/га), де зростання даного показника до контролю I складало $0,62; 0,92; 0,86; 0,64 \text{ г/м}^2$ за добу. Це може бути наслідком активізації ростових процесів у рослинах соризу на різних етапах його органогенезу, що зумовило формування більш потужної надземної біомаси та площі листового апарату з боку дії PPP на фоні знищення небажаної рослинності.

Дослідження чистої продуктивності фотосинтезу у рослинах соризу у 2017 р. показали подібну тенденцію, що й у 2016 р., проте загалом показники варіантів досліду були дещо вищими. Так, за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га показники ЧПФ перевищували контроль I на 4; 6; 10 і 7% відповідно.

Внесення у цих же нормах гербіциду, але у бакових сумішах з Регоплантом, забезпечили зростання чистої продуктивності фотосинтезу до контролю I на 7; 13; 16 і 13%. Внесення Пік 75 WG у вищезгаданих нормах на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) забезпечило на 6; 10; 18 і 9% вищі показники ЧПФ, ніж у контролі I. Водночас обприскування рослин соризу даними нормами гербіциду Пік 75 WG у бакових сумішах з Регоплантом 50 (мл/га) по фону обробки перед сівбою насіння цим же PPP (250 мл/т) забезпечило зростання показників ЧПФ у відношенні контролю I на 8; 17; 18 і 11%.

Загальний аналіз чистої продуктивності фотосинтезу посівів соризу у 2018 році показав найбільше зростання даного показника в усіх варіантах досліду порівняно з попередніми роками досліджень, що може бути наслідком ще й впливу погодних умов, які для рослин соризу у 2018 р. були сприятливішими. Разом з тим відмічено, що з наростанням норм внесення гербіциду Пік 75 WG від 10 до 20 г/га показник ЧПФ відносно контролю I зростав на 5–12%, тоді як за внесення максимальної норми 25 г/га він переважав контролю I на $0,33 \text{ г/м}^2$ за добу.

Внесення бакових сумішей Пік 75 WG у досліджуваних нормах з Регоплантом (50 мл/га) сприяло зростанню ЧПФ посівів соризу в середньому на 10–16%. Найвищі ж показники ЧПФ були встановлені, як і в попередні роки, у варіантах досліду за внесення Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га в суміші з Регоплантом на фоні обробки цим же PPP насіння, де чиста продуктивність фотосинтезу зростала до контролю I на 11–18%.

Таким чином, у середньому за роки досліджень (2016–2018 рр.) найвищі показники ЧПФ були встановлені у варіантах комплексного використання препаратів – Пік 75 WG (10–25 г/га) + PPP Регоплант (50 мл/га) + PPP Регоплант (250 мл/га), де перевищення до контролю I складало 11–18%. Між ЧПФ та вмістом у листках соризу хлорофілу встановлена тісна кореляційна залежність ($r = 0,63$).

Підсумовуючи вищенаведений експериментальний матеріал, можна зробити висновки: чиста продуктивність фотосинтезу посівів соризу в значній мірі залежить від норм і способів застосування гербіциду і регулятора росту рослин, внесенням композицій яких визначається перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та фітосанітарний стан посівів; найвищі показники ЧПФ формуються за умови внесення в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 15–20 г/га у бакових сумішах з РРР Регоплант (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки цим же РРР насіння (250 мл/т), що в середньому за роки досліджень зумовлює зростання даного показника на 11–18%.

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях [254–260].

1. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 93. С. 23–32.
2. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 68–73.
3. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатоми-морфологічні зміни листової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 94. С. 264–274.
4. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 6 (76), гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>>. Дата доступу: 29 січ. 2019.

5. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу у рослинах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. XIV Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології», присвячена 185-й річниці від дня народження Б. Дибовського. Львів. 10–12 квітня 2018. С. 310–311.
6. Карпенко В. П., Шутко С. С. Фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання». Ternopil bioscience. 19–21 квітня 2018. Тернопіль. 2018. С. 104–107.
7. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність каталази в листках соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні шляхи розвитку наукових знань». Київ. 26–27 січня 2019 року (частина I). Київ. 2019. С. 53–55.

РОЗДІЛ 4

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ В ПОСІВАХ СОРИЗУ ЗА РОЗДІЛЬНОЇ ТА ІНТЕГРОВАНОЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН

4.1. Загальна чисельність основних таксономічних груп мікробіоти

Нині вирощування сільськогосподарських культур неможливе без застосування біологічно активних речовин, у тому числі й гербіцидів та регуляторів росту рослин, які окрім впливу на рослини здатні суттєво змінювати активність ґрунтової мікробіоти.

Культурні рослини активно взаємодіють з ґрунтовими мікроорганізмами, створюючи важливу ланку у засвоєнні поживних речовин, разом з тим залежність функціонування даної ланки, гербіцид + регулятор росту → мікробіота, у посівах соризу залишається майже не вивченою.

Літературні дані останніх десятиліть свідчать, що гербіциди та інші біологічно активні речовини змінюють чисельність ґрунтової мікробіоти, зокрема бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту рослин зумовлюють зростання її чисельності, що підвищує темпи детоксикації ксенобіотиків. Так, дослідженнями З. М. Грицаєнко і С. А. Оратівської [261] доведено, що за використання гербіциду Пульсар 40 1,0 л/га в комплексі з регулятором росту рослин Біолан кількість ґрунтових мікроорганізмів у посівах гороху перевищувала контроль на 26%, тоді як за самостійного внесення гербіциду у цій же нормі їх чисельність відносно контрольного варіанту змінювалась лише на 2%.

Багато науковців констатують, що гербіциди по-різному впливають на розвиток мікроорганізмів, проте негативний вплив препаратів більше проявляється у перший період після обробки посівів, що супроводжується зменшенням чисельності мікробіоти, водночас ближче до завершення

вегетативній культурі, чисельність мікробіоти відновлюється, а в окремих випадках – значно перевищує контроль [262–265].

У результаті виконаних досліджень у 2016–2018 рр. встановлено, що чисельність бактерій та мікроміцетів у ризосфері соризу залежала від норм внесення гербіциду та способів застосування PPP, погодних умов, що складались у роки виконання досліджень (Додаток Д, табл. Д.1–Д.3). Так, найбільша чисельність бактерій і мікроміцетів у ризосфері соризу простежувалась у 2018 р., найменша у 2016 р., що узгоджується як з показниками вологозабезпеченості посівів, так і проходженням в них фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі фотосинтетичних, від яких залежить виділення в кореневу систему ексудатів [22]. Внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га зумовлювало зменшення чисельності бактерій ризосфери соризу у відношенні до контролю I відповідно за роками на 6% (2016 р.); 8% (2017 р.) і 5% (2018 р.). За внесення Пік 75 WG 10–25 г/га у бакових сумішах з PPP Регоплант зменшення чисельності бактерій у ризосфері соризу на 10 добу визначення за максимальної норми Пік 75 WG коливалось у межах 4–6%.

Меншого пригнічення мікробіота ризосфери соризу зазнавала за внесення Пік 75 WG 10–25 г/га по фоні обробки насіння перед сівбою PPP Регоплант, де перевищення до контролю I складало за роками 7–14%, разом з тим, слід зазначити, що із наростанням норм внесення гербіциду, їх чисельність зменшувалась.

Найоптимальнішим впливом на розвиток бактерій ризосфери соризу виявились композиції Пік 75 WG, внесені у сумішах з PPP, по фоні обробки PPP насіння, де перевищення до контролю I складало за роками 6–18%.

Стосовно розвитку мікроміцетів у ризосфері соризу, то впродовж 2016–2018 рр. пригнічення їх розвитку відмічено не було, навіть за підвищеної норми Пік 75 WG 25 г/га (Додаток Д, табл. Д.1–Д.3). Так, за самостійного внесення у посівах соризу Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га чисельність мікроміцетів перевищувала контроль I на 10–16% (2016 р.); 13–19% (2017 р.)

і 9–22% (2018 р.). За внесення бакових сумішей Пік 75 WG з Регоплантом чисельність мікроміцетів зростала до контролю I у 2016 р. на 14–36%, у 2017 р. – 17–40%, у 2018 р. – 15–39%, разом з тим, за внесення цих же сумішей по фоні обробки насіння соризу перед сівбою PPP Регоплант – 31–59% (2016 р.); 34–63% (2017 р.) і 22–65% (2018 р.).

Аналізуючи чисельність мікробіоти ризосфери соризу в середньому за роки досліджень, можна відмітити, що за самостійного внесення гербіциду Пік 75 WG чисельність бактерій у ризосфері соризу мала тенденцію до зниження з наростанням норм внесення гербіциду (табл. 4.1). Так, на 10 добу після застосування гербіциду у нормі 10 г/га чисельність бактерій у ризосфері соризу перевищувала показники контролю I на 3%, водночас за норм використання гербіциду 15–25 г/га їх чисельність відносно контролю I знижувалась на 1–6%, що може свідчити про пригнічення їхньої діяльності внаслідок опосередкованої дії зростаючої концентрації ксенобіотика.

За використання гербіциду у нормах 10–20 г/га у сумішах з PPP Регоплант 50 мл/га загальна чисельність бактерій у ризосфері соризу зростала у відношенні до контролю I на 115; 89; 124 тис. КУО, тоді як за норми Пік 75 WG 25 г/га з Регоплантом 50 мл/га вона знижувалась у відношенні контролю I на 75 тис. КУО. Внесення гербіциду в досліджуваних нормах по фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) зумовило ріст чисельності ґрунтових бактерій у порівнянні з контролем I на 2–8%. Разом з тим за внесення бакових сумішей Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) по фоні передпосівної обробки насіння цим же PPP (250 мл/т) було виявлено збільшення чисельності ризосферних бактерій у відношенні до контролю I на 10–17%. Це може бути обумовлено позитивним впливом PPP на формування додаткової площі кореневої системи рослин та підвищенням виділенням нею ексудатів, необхідних для живлення мікробних угруповань [266, 267].

Таблиця 4.1

**Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 10 добу після
внесення препаратів (середнє за 2016–2018 рр.)**

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1696	100	261	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1760	104	279	107
Пік 75 WG 10 г/га	1751	103	288	110
Пік 75 WG 15 г/га	1672	99	301	115
Пік 75 WG 20 г/га	1643	97	302	116
Пік 75 WG 25 г/га	1587	94	306	117
Регоплант 50 мл/га	1892	112	335	128
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1811	107	331	127
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1785	105	358	137
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1820	107	354	136
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1611	95	302	116
Регоплант 250 мл/т (фон)	1775	105	390	149
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1839	108	315	121
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1786	105	324	124
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1729	102	372	143
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1771	104	364	139
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1877	111	379	145
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1866	110	425	163
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1982	117	396	152
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1885	111	336	129
Фон + Регоплант 50 мг/га	1991	117	383	147
<i>НІР₀₅</i> *	<i>41–57</i>		<i>36–22</i>	

Примітка: * – тах і тін значення за роки досліджень

Спостереження за розвитком чисельності мікроміцетів у ризосфері соризу на 10 добу показали, що в усіх дослідних варіантах, де використовували біологічно активні речовини, їх чисельність зростала. Так,

за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га чисельність мікроміцетів у варіантах досліджування перевищувала контроль I на 10; 15; 16 і 17% відповідно, тоді як за обприскування вегетуючих рослин цими ж нормами гербіциду, але в комплексі з Регоплантом (50 мл/га), перевищення їх чисельності у відношенні до контролю I складало 27; 37; 36 і 16% відповідно. Обробка насіння соризу Регоплантом 250 мл/т (фон) призвела до збільшення чисельності мікроміцетів у ризосфері соризу на 47%. Внесення по фону гербіциду Пік 75 WG (10–25 г/га) зумовило перевищення чисельності мікроміцетів відносно контролю I на 54; 63; 111; 103 тис. КУО в 1 г ґрунту. Водночас за комплексного внесення досліджуваних препаратів (обробка насіння Регоплантом + посходове внесення гербіциду Пік 75 WG 10; 15; 20; 25 г/га в баковій суміші з Регоплантом) чисельність мікроміцетів у ризосфері соризу зростала на 29–63%. Одержані дані узгоджуються з даними інших вчених [268–270], які за внесення гербіцидів у комплексі з PPP спостерігали послаблення фітотоксичної дії ксенобіотиків у відношенні ґрунтових мікроорганізмів, у тому числі й мікроміцетів.

Порівняння обліків чисельності мікроорганізмів на 20 добу з 10 добою після внесення препаратів показало перевищення розвитку мікробіоти в усіх дослідних варіантах як за роками (Додаток Д, табл. Д.4–Д.6), так і в середньому за роки досліджень (табл. 4.2), що є свідченням активізації мікробіологічних процесів у ґрунті, які відновлюються зі збільшенням періоду, необхідного для метаболізму та детоксикації хімічної речовини, а також зростають у період викидання волоті – цвітіння. Так, у середньому за роки досліджень за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га чисельність бактерій на 20 добу визначення зростала у відношенні до 10-ї доби на 127; 241; 156 і 112 тис. КУО в 1 г ґрунту, мікроміцетів – 129; 153; 115 і 123 тис. КУО в 1 г ґрунту. У дослідних варіантах з внесенням бакових сумішей, в складі яких був Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) і Регоплант (50 мл/га), відзначено зростання чисельності ризосферної мікробіоти на 4–15% (для бактерій) і 27–54% (для мікроміцетів). Високі показники розвитку

ризосферних мікроорганізмів були відмічені за внесення вищезгаданих норм гербіциду у суміші з Регоплантом по фону, де загальна чисельність бактерій зростала до контролю I на 5–17%, а мікроміцетів – 50–73%.

Таблиця 4.2

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 20 добу після внесення препаратів (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г ґрунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г ґрунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	1772	100	351	100
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	1825	103	404	115
Пік 75 WG 10 г/га	1878	106	417	119
Пік 75 WG 15 г/га	1913	108	454	129
Пік 75 WG 20 г/га	1799	102	417	119
Пік 75 WG 25 г/га	1699	96	433	123
Регоплант 50 мл/га	1964	111	421	120
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	2037	115	456	130
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1986	112	445	127
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1910	108	542	154
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1836	104	509	145
Регоплант 250 мл/т (фон)	1829	103	594	169
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1887	106	500	142
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1897	107	534	152
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	2001	113	449	128
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1775	100	440	125
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	1899	107	565	161
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	2023	114	560	160
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2079	117	606	173
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1867	105	526	150
Фон + Регоплант 50 мг/га	1950	110	568	162
<i>НІР₀₅</i> *	65–96		24–25	

Примітка: * – тах і тін значення за роки досліджень

Таким чином, гербіцид Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га, внесений як окремо, так і в комплексі з PPP Регоплант, у значній мірі впливає на формування чисельності ризосферної мікробіоти в посівах соризу. Використання максимальної норми гербіциду Пік 75 WG (25 г/га) в початковий період дії препарату зумовлює пригнічення розвитку ризосферних бактерій, водночас не впливає суттєво на мікроміцети.

Внесення гербіциду Пік 75 WG у комплексі з Регоплантом послаблює негативну дію гербіциду на мікробіоту ґрунту, разом з тим 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, що обумовлювалося як формуванням додаткової площі кореневої системи (з боку дії PPP), необхідної для колонізації мікроорганізмами, так і виділення нею більшої кількості ексудатів (внаслідок комплексу чинників, зумовлених активізацією фізіолого-біохімічних процесів у рослинах).

4.2. Ріст і розвиток окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів

В країнах близького і далекого зарубіжжя проблема біологічного азоту є однією з ключових. Як один із шляхів біологізації сільського господарства, азот утворений біологічним шляхом, дозволяє отримувати більші врожаї та забезпечує відтворення родючості ґрунтів [271].

Невід'ємною складовою ґрунтових екосистем є наявність різноманітних груп мікроорганізмів, що обумовлюють проходження в ній хімічних перетворень. Кількісний і якісний склад представників мікробного агроценозу в ризосфері значною мірою залежить від надходження рослинних виділень – ексудатів, які формуються внаслідок умов розвитку і живлення рослин [272]. Ризосферна мікробіота є досить чутливою і швидко реагує на будь-які чинники навколишнього середовища, стабілізуючись відповідно до умов і виду рослин [273].

В наукових та виробничих колах в покращенні азотного живлення рослин чітко доведена дієвість бульбочкових бактерій, проте у ґрунті існують й інші види мікроорганізмів, що здатні засвоювати молекулярний азот з атмосфери, серед яких важливе значення відіграють бактерії роду *Azotobacter* [274]. Представники цього роду окрім синтезу азотистих сполук здатні утворювати фітогормони, чим впливають на ростові процеси у рослинах. Бактерії роду *Azotobacter* через свою вільноживучість не вступають у симбіоз із рослинами, їхня ж активність біологічної фіксації азоту з атмосфери визначається такими чинниками як вологість, температура, засоленість ґрунту, також доведена чутливість бактерій роду *Azotobacter* до дії хімічних сполук, у тому числі гербіцидів [275].

Проведені нами дослідження показали, що погодні умови мали істотний вплив на активність ґрунтової мікробіоти, так, відносно низька вологозабезпеченість у 2016 році негативно вплинула на чисельність амоніфікувальних і нітрифікувальних мікроорганізмів та азотобактера у ризосфері соризу, тоді як, впродовж 2017–2018 дослідних років їх кількість була дещо вищою, що узгоджується з показником кращої вологозабезпеченості посівів (Додаток Е, табл. Е.1–Е.6). Так, у 2016 році на 10 добу після внесення препаратів у варіантах, де вносили гербіцид Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га чисельність амоніфікувальних бактерій перевищувала контроль I на 25; 22; 15 і 11% відповідно до норм внесення гербіциду. Вищою чисельність даних бактерій була у варіантах із використанням бакової суміші Пік 75 WG з PPP Регоплант 50 мл/га, де перевищення до контролю I було в межах 14–57%. Найвищою чисельність досліджуваних бактерій була встановлена за поєднання передпосівної обробки насіння PPP Регоплант з наступним обприскуванням вегетуючих рослин баковими сумішами гербіциду з регулятором росту рослин, де у варіантах дослідження перевищення чисельності амоніфікувальних бактерій до контролю I складало 41–65%. Дослідження нітрифікувальних бактерій у 2016 р. показало, що в усіх варіантах, де вносилися препарати спостерігалось

зростання їх чисельності, проте менш активний їх розвиток було відмічено у варіантах досліді із самостійним внесенням гербіциду Пік 75 WG (перевищення контролю I складало 2–74%). Найкращі умови для розвитку нітрифікувальних мікроорганізмів складались у посівах соризу на фоні передпосівної обробки насіння PPP Регоплант 250 мл/т та за внесення по даному фону бакової суміші гербіциду з PPP (перевищення чисельності нітрифікувальних бактерій до контролю I становило 1,4–2,2 рази). Чисельність азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері соризу також залежала від норм застосування гербіциду Пік 75 WG, окремо і в комбінаціях з регулятором росту рослин Регоплант. У 2016 році внесення гербіциду у максимальній нормі 25 г/га пригнічувало обростання ризосферних грудочок ґрунту бактеріями роду *Azotobacter* на 31%, а за мінімальної (10 г/га) – на 7%. Разом з тим комплексне застосування препаратів (гербіцид + PPP обробка насіння + PPP обробка вегетуючих рослин) сприяло проростанню кількості ґрунтових грудочок, що виявили ріст *Azotobacter*, до 44–50 шт. при 42 шт. у контролі I.

У 2017 і 2018 рр. простежувалась подібна тенденція у формуванні чисельності окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів соризу, що й у 2016 р. (Додаток Е, табл. Е.1–Е.3), проте найвищі показники чисельності амоніфікувальних, нітрифікувальних мікроорганізмів та *Azotobacter* були відмічені у варіантах Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка рослин) + PPP Регоплант (обробка насіння перед сівбою), де у 2017 р. перевищення чисельності амоніфікувальних бактерій до контролю I складало 47–87%, нітрифікувальних – 40–104%, азотобактера – 107–114% та 36–66%; 15–131% і 100–109% відповідно за групами досліджуваної мікробіоти у 2018 році.

Аналізуючи зміни чисельності даних представників мікробіоти у середньому за роки досліджень на 10 добу визначення нами встановлено (табл. 4.3), що за внесення у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів зростала до контролю I на 15–28%. За внесення цих же норм гербіциду, але в сумішах з

PPP Регоплант 50 мл/га – на 19–58%. Найвищі показники чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів в ризосфері соризу було відмічено у варіантах з комплексним внесенням гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант по фоні обробки перед сівбою PPP Регоплант насіння, де перевищення до контролю I складало 41–73%.

Таблиця 4.3

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (10 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, середнє 2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	114,7	11,5	44
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	152,2	15,9	46
Пік 75 WG 10 г/га	146,5	19,3	41
Пік 75 WG 15 г/га	142,9	17,2	37
Пік 75 WG 20 г/га	137,4	13,7	34
Пік 75 WG 25 г/га	131,7	11,9	33
Регоплант 50 мл/га	139,2	13,4	46
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	181,7	21,8	43
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	170,7	20,5	42
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	164,9	15,5	45
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	136,1	12,9	41
Регоплант 250 мл/т (фон)	126,1	12,9	47
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	158,5	20,2	43
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	150,3	18,3	45
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	142,2	14,5	44
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	133,8	12,4	40
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	198,2	25,1	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	185,4	23,9	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	174,0	20,2	47
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	161,7	16,6	46
Фон + Регоплант 50 мг/га	145,6	14,2	48
<i>НІР₀₅</i>	7,0–9,2	0,6–1,1	1–2

Примітка: * – тах і тїп значення за роки досліджень

Отже, зміна чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів у ризосфері соризу мала тенденцію до зменшення за зростання норми внесення гербіциду, проте процес трансформації органічної речовини, за який відповідають амоніфікувальні бактерії, в усіх дослідних варіантах, особливо з комплексним використанням препаратів, проходив активніше, ніж у контролі I.

Одним із продуктів процесу амоніфікації є аміак, який, в свою чергу, виступає поживним середовищем для іншої групи мікроорганізмів – нітрифікаторів. Вони здатні окиснювати похідні амонію в доступні для засвоєння рослиною форми, зокрема нітрати. Досліджуючи чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів на 10-ту добу після внесення препаратів, було встановлено, що дані мікроорганізми також знижували свою чисельність із наростанням норм внесення гербіциду. Так, їх чисельність до контролю I за внесення Пік 75 WG зростала на 3–67%. Внесення тих же норм гербіциду Пік 75 WG сумісно з РРР Регоплант сприяло зростанню кількості нітрифікаторів у ризосфері соризу проти контрольного варіанту I на 12–81%. За умови обробки насіння РРР Регоплант 250 мл/т (фон) чисельність нітрифікаторів в ризосфері соризу зростала у відношенні до контролю I на 12%. Якщо ж в даних варіантах проводили повсходове внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га, то їх чисельність зростала на 8–76%. За несення ж по фонових варіантах бакових сумішей Пік 75 WG з Регоплантом відмічалось зростання чисельності нітрифікувальних мікроорганізмів до контролю I у 1,4–2,2 рази.

Щодо розвитку бактерій роду *Azotobacter* за дії гербіциду Пік 75 WG встановлено, що із наростанням норм внесення гербіциду Пік 75 WG спостерігалась закономірність до зниження їх чисельності, що може свідчити про деяку токсичну дію досліджуваної хімічної сполуки на даний рід бактерій. Так, у варіантах, де вносився Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га з 50 грудочок бактеріями роду *Azotobacter* обросло 41; 37; 34 і 33 шт. відповідно, тоді як в контролі I 44 шт. За внесення вищезгаданих норм

гербіциду разом з Регоплантом 50 мл/га простежувалось обростання 43; 42; 45; 41 шт. грудочок. Варіант з обробкою насіння лише Регоплантом (250 мл/т) забезпечив збільшення росту бактерій роду *Azotobacter* до контролю I в середньому на 9%. За внесення Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) по фоні (обробка насіння Регоплантом 250 мл/т) було зафіксовано обростання 43; 45; 44 і 40 грудочок ґрунту. У варіантах з внесенням бакових сумішей Пік 75 WG (10; 15; 20; 25 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) по фоні кількість грудочок, що обросли бактеріями роду *Azotobacter*, складала 46–50 шт. при 44 шт. в контролі I. Це може бути пов'язано з інтенсифікацією проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, на фоні яких негативна дія гербіциду на розвиток бактерій роду *Azotobacter* послаблюється.

Досліджуючи дію гербіциду та різних способів застосування PPP на 20-ту добу після застосування, було встановлено, що тенденція розвитку екологотрофічних груп мікроорганізмів була подібна до 10-ї доби визначення та варіювала залежно від норм і способів внесення препаратів (Додаток Е, табл. Е.4–Е.6). Так, у 2016 р. чисельність нітрифікувальних та амоніфікувальних бактерій за внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га перевищувала контроль I на 31–45 і 8–87%, за внесення Пік 75 WG з PPP Регоплант – 40–61 і 18–87%, а за внесення цих же сумішей по фоні обробки насіння соризу перед сівбою PPP Регоплант – 49–93 і 43–96%. Водночас кількість грудочок ґрунту, що виявляли ріст *Azotobacter* майже в усіх варіантах дослідіу наближалась до контролю I та перевищувала його.

У 2017 і 2018 рр. на 20-ту добу визначення відмічалась подібна закономірність, що й у 2016 р., проте найвищі показники чисельності амоніфікувальних та нітрифікувальних мікроорганізмів формувалась у варіантах комплексного використання препаратів – гербіцид + PPP (обробка насіння) + PPP (обробка рослин), де перевищення до контролю I за чисельністю амоніфікувальних і нітрифікувальних мікроорганізмів складало у 2017 р. 47–91% та 40–100%, у 2018 р. – 50–91% і 38–92% відповідно. При

цьому чисельність *Azotobacter*, як у 2017 р., так і в 2018 р. перевищувала контроль I.

У середньому за 2016–2018 рр. досліджень на 20-ту добу дослідження чисельність нітрифікувальних та амоніфікувальних бактерій зростала за дії Пік 75 WG 10–25 г/га до контролю I на 32–42 і 5–76%, за внесення ж гербіциду з PPP Регоплант – 38–60% і 16–87% відповідно (табл. 4.4). Найвищі ж показники чисельності даних груп бактерій простежувались у варіантах Пік 75 WG + PPP Регоплант (обробка насіння) + PPP Регоплант (обробка рослин), де перевищення до контролю I складало – 49–91% і 40–96%.

У середньому за 2016–2018 рр. чутливість бактерій роду *Azotobacter* до гербіциду Пік 75 WG на 20-ту добу в порівнянні з 10-ю добою знижувалась. В усіх варіантах з внесенням Пік 75 WG у нормах 10; 15 і 20 г/га (як окремо, так і за різних способів застосування Регопланту) розвиток бактерій роду *Azotobacter* перевищував контроль I. Разом з тим максимальна норма гербіциду (25 г/га) на 20-ту добу дещо пригнічувала розвиток *Azotobacter*, що може свідчити про чутливість даної групи бактерій до підвищених норм гербіциду Пік 75 WG.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки, що застосування гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант позитивно впливає на ріст і розвиток у ризосфері соризу амоніфікувальних, нітрифікувальних та азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter*. Амоніфікувальні і нітрифікувальні мікроорганізми не виявляли значної чутливості до дії гербіциду, водночас бактерії роду *Azotobacter* дещо зменшували свою чисельність із наростанням норм гербіциду Пік 75 WG до 25 г/га.

Таблиця 4.4

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (20 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, середнє 2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок, ґрунту шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	143,4	18,5	48
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	266,9	25,6	50
Пік 75 WG 10 г/га	203,6	32,6	50
Пік 75 WG 15 г/га	201,5	26,0	50
Пік 75 WG 20 г/га	191,0	23,7	49
Пік 75 WG 25 г/га	189,6	19,5	46
Регоплант 50 мл/га	192,1	21,0	50
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	227,1	34,6	50
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	216,8	33,4	50
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	229,2	25,6	50
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	197,3	21,4	48
Регоплант 250 мл/т (фон)	169,0	20,2	50
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	199,7	32,8	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	193,9	31,8	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	189,1	24,5	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	192,7	20,6	47
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	273,5	36,2	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	267,3	34,9	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	229,7	31,0	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	213,4	25,9	49
Фон + Регоплант 50 мг/га	198,0	23,8	50
<i>НІР₀₅</i> *	9,8–19,3	1,3–1,9	2,0–2,4

Примітка: * – тах і тін значення за роки досліджень

Найоптимальнішими за дією на розвиток ризосферної мікробіоти посівів соризу виявились варіанти з комплексним використанням препаратів

обробка насіння перед сівбою Регоплантом з наступним обприскуванням вегетуючих рослин гербіцидом Пік 75 WG у суміші з цим же PPP, де чисельність мікробіоти перевищувала контроль I в середньому на 40–96%.

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в працях [276–278].

1. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.

2. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки». Львів. 28 жовтня. 2018 р. С. 71–72.

3. Карпенко В. П., Шутко С. С. Залежність чисельності ризосферної мікробіоти соризу від дії біологічно активних речовин. Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві», присвяченої 100-річчю з дня заснування Національної академії аграрних наук України. Чернігів. 24–25 жовтня 2018 року. Чернігів. 2018. С. 47–49.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНЕ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРИЗУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
ГЕРБІЦИДУ ПІК 75 WG ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН
РЕГОПЛАНТ

5.1. Забур'яненість посівів соризу

Забур'яненість посівів соризу може в значній мірі знижувати його урожайність та якість зерна. На ранніх етапах свого розвитку рослини соризу мають слабку конкурентну спроможність у відношенні до бур'янового компоненту [279], якщо перелік хвороб соризу достатньо короткий і значною мірою не впливає на його продуктивність то перелік бур'янів є обширним та лімітуючим фактором при вирощуванні даної культури.

Бур'яни завдають великих збитків сільськогосподарському виробництву і, як правило, є одним із факторів, який лімітує продуктивність агроценозів як у кількісному, так і у якісному аспекті. В процесі еволюції рослини-бур'яни виробили низку пристосувань, які дають їм змогу успішно конкурувати в агроценозах з культурними рослинами, змінюючи при цьому структуру видового складу [280].

Гербіциди є важливим елементом сучасних систем захисту сільськогосподарських культур від бур'янів. Проте потенційна небезпека забруднення ґрунтових і поверхневих вод, зростання вимог до охорони навколишнього середовища потребують зменшення обсягів їх застосування. На сьогодні, це одне із ключових завдань, що стоїть перед науковцями та товаровиробниками провідних аграрних країн. Вирішення його можливе двома шляхами – зниженням залежності систем захисту посівів від хімічного контролю бур'янів та зменшенням застосування гербіцидів завдяки використанню регуляторів росту рослин [281, 282]. Для зниження екологічної напруги в агроценозах слід також удосконалювати методи

захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів, що передбачає використання бакових сумішей гербіцидів з регуляторами росту рослин [283].

Дослідженнями науковців встановлено [22, 156, 284, 285], що комплексне застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин підсилює знищення бур'янів у посівах сільськогосподарських культур в порівнянні з внесенням лише гербіцидів.

Виходячи з цього, нами впродовж 2016–2018 рр. вивчалась дія у посівах соризу сорту Титан гербіциду Пік 75 WG, внесення якого проводили як роздільно, так і сумісно з PPP Регоплант, з метою розробки і впровадження найбільш ефективних, науково обґрунтованих заходів їх використання, які б сприяли максимальному зниженню забур'яненості посівів і підвищували врожайність культури.

Проведені нами фітосанітарні обліки показали, що у посівах соризу переважав змішаний характер забур'яненості, а саме: дводольні – підмареник чіпкий (*Gallium aparine* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.); із багаторічних бур'янів зустрічались коренепаросткові – осот рожевий (*Cirsium arvense* L.), осот польовий (*Sonchus arvensis* L.), злакові – мишій сизий (*Setaria viridis* L.) і зелений (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* (L.) Pal. Beauv.) та інші.

Аналізуючи забур'яненість посівів соризу на 30-ту добу після внесення гербіциду, найбільша кількість бур'янів, яка була відмічена в контролі – без застосування препаратів і ручних прополювань складала: у 2016 році – 78 шт./м², у 2017 році – 82 шт./м² і 94 шт./м² у 2018 році (табл. 5.1–5.3).

У варіантах досліду із застосуванням гербіциду Пік 75 WG як окремо, так і в поєднанні з PPP Регоплант, дія їх на забур'яненість посівів залежала від видового складу бур'янів, їх чисельності, норми внесеного препарату та складу бакової суміші.

Таблиця 5.1

Забур'яненість посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту Регоплант, 2016 р.

Варіант досліджу	Через 30 діб 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 препаратів і ручних прополювань (контроль I)	78	351	0	0	123	2161	0	0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Пік 75 WG 10 г/га	48	226	38	36	71	856	42	60
Пік 75 WG 15 г/га	40	170	49	52	53	660	57	69
Пік 75 WG 20 г/га	38	159	51	55	49	621	60	71
Пік 75 WG 25 г/га	34	143	56	59	44	570	64	74
Регоплант 50 мл/га	65	274	17	22	116	902	6	58
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	41	161	47	54	51	529	59	76
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	36	146	54	58	43	492	65	77
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	31	128	60	64	39	418	68	81
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	29	116	63	67	34	382	72	82
Регоплант 250 мл/т (фон)	71	294	9	16	117	1945	5	10
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	46	187	41	47	53	613	57	72
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	39	163	50	54	49	535	60	75
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	33	124	58	65	46	414	63	81
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	27	107	65	70	37	353	70	84
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	40	152	49	57	39	521	68	76
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	31	118	60	66	30	379	76	82
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	27	95	65	73	27	310	78	86
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	22	83	72	76	25	245	80	89
Фон + Регоплант 50 мг/га	66	264	15	25	113	1869	8	14
<i>НІР₀₅</i>	2	12			5	35		

Таблиця 5.2

Забур'яненість посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту Регоплант, 2017 р.

Варіант досліджу	Через 30 діб 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 препаратів і ручних прополовань (контроль I)	82	472	0	0	148	2593	0	0
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Пік 75 WG 10 г/га	46	259	44	45	82	815	45	69
Пік 75 WG 15 г/га	44	210	46	56	61	578	59	78
Пік 75 WG 20 г/га	41	186	50	61	55	525	63	80
Пік 75 WG 25 г/га	35	163	57	65	50	478	66	82
Регоплант 50 мл/га	77	338	6	28	131	1109	11	57
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	45	186	45	61	51	651	66	75
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	41	184	50	61	45	609	70	77
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	31	151	62	68	39	514	74	80
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	27	142	67	70	62	462	58	82
Регоплант 250 мл/т (фон)	79	355	4	25	134	2373	9	8
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	43	232	48	51	60	736	59	72
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	32	190	61	60	59	647	60	75
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	27	143	67	70	53	510	64	80
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	32	123	61	74	43	430	71	83
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	42	189	49	60	44	581	70	78
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	25	143	70	70	35	480	76	81
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	20	114	76	76	32	382	78	85
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	14	105	83	78	29	319	80	88
Фон + Регоплант 50 мг/га	75	308	9	35	126	2280	15	12
<i>НІР₀₅</i>	3	10			4	42		

Таблиця 5.3

Забур'яненість посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту Регоплант, 2018 р.

Варіант досліджу	Через 30 діб 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 препаратів і ручних прополовань (контроль I)	94	513	0	0	156	2808	0	0
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Пік 75 WG 10 г/га	42	265	55	48	75	1052	52	63
Пік 75 WG 15 г/га	33	224	65	56	61	748	61	73
Пік 75 WG 20 г/га	29	199	69	61	55	694	65	75
Пік 75 WG 25 г/га	27	184	71	64	52	665	67	76
Регоплант 50 мл/га	86	365	9	29	130	2374	17	15
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	35	207	63	60	51	694	67	75
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	29	194	69	62	45	672	71	76
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	27	162	71	68	42	608	73	78
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	19	151	80	71	37	487	76	83
Регоплант 250 мл/т (фон)	90	367	4	28	134	2726	14	3
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	49	248	48	52	61	832	61	70
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	42	216	55	58	59	701	62	75
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	35	165	63	68	52	596	67	79
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	28	135	70	74	44	522	72	81
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	34	206	64	60	44	690	72	75
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	24	149	74	71	33	541	79	81
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	19	119	80	77	30	414	81	85
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	17	108	82	79	24	355	85	87
Фон + Регоплант 50 мг/га	84	326	11	36	131	2645	16	6
<i>НІР₀₅</i>	3	12			5	50		

Так, у 2016 році за внесення у посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га кількість бур'янів складала відповідно 48; 40; 38 і 34 шт./м² при 78 шт./м² у контролі I (без препаратів і ручних прополювань), що відповідало знищенню їх за кількістю відповідно до норм гербіциду – на 38; 49; 51 і 56%; за масою – на 36; 52; 55 і 59% відповідно до контролю I.

Більш суттєве знищення бур'янів було відмічене в посівах соризу за використання Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом, що складало відповідно нормам препарату за кількістю – 47; 54; 60 і 63%; за масою – 54; 58; 64 і 67% відповідно. Застосування Пік 75 WG в досліджуваних нормах на фоні обробки насіння регулятором росту Регоплант також знижувало кількість бур'янів, зокрема на 41; 50; 58 і 65%; за масою – 47; 54; 65 і 70% відповідно. Однак найбільша кількість знищених бур'янів як за кількістю, так і за масою була відмічена за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га сумісно з PPP Регоплант на фоні обробки насіння регулятором росту рослин. В даних варіантах досліду кількість бур'янів зменшувалась у 2016 році на 49; 60; 65 і 72 %, а їх маса – на 57; 66; 73 і 76 % відповідно.

У 2017 та 2018 роках на 30-ту добу підрахунків спостерігалась аналогічна залежність у знищенні бур'янів у посівах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG, внесеного окремо і в поєднанні з різними способами застосування регулятора росту Регоплант (табл. 5.2; 5.3). Однак, необхідно відзначити, що найбільше бур'янів було знищено за використання у посівах гербіциду Пік 75 WG у нормах 20 і 25 г/га, що відповідало знищенню за кількістю у 2017 р. – на 50 і 57%, у 2018 році – на 69 і 71% відповідно.

Підвищення відсотка знищення бур'янів у посівах соризу через 30 діб після внесення препаратів спостерігалось за використання Пік 75 WG у нормах 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом, що складало відповідно до норм препарату у 2017 році – 62 і 67%; у 2018 році – 71 і 81%. Разом з тим найбільший відсоток бур'янів було знищено за дії Пік 75 WG у нормах 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом, який вносили на фоні обробки ним насіння, що відповідно до

норм гербіциду складало у 2017 році – 76 і 83; у 2018 році – 80 і 82 % відповідно.

При виконанні обліків забур'яненості у посівах соризу перед збиранням врожаю нами було встановлено, що найвищий відсоток знищення бур'янів у 2016 році забезпечили норми Пік 75 WG 20 і 25 г/га сумісно з Регоплантом, внесені на фоні обробки насіння регулятором росту рослин, що за кількістю становило 78 і 80, а за масою – 86 і 89%.

Аналогічна залежність із забур'яненістю посівів соризу перед збиранням врожаю була відмічена нами і в 2017 і 2018 роках (табл. 5.2; 5.3). Зокрема, найвищий відсоток знищення бур'янів у посівах соризу забезпечили норми 20 і 25 г/га Пік 75 WG сумісно з Регоплантом, внесені на фоні обробки насіння регулятором росту рослин, що складало 58–78% за кількістю та 85–88% за масою.

Таким чином, вищенаведений експериментальний матеріал дає підставу зробити висновки, що гербіцид Пік 75 WG є ефективним у знищенні переважної більшості видів бур'янів, однак, найбільший відсоток їх знищення за кількістю та за масою він забезпечує за поєднаного його застосування з РРР Регоплант на фоні обробки даним регулятором росту перед сівбою насіння. Зростання частки знищених бур'янів у посівах соризу за використання композиції гербіцид + РРР (по сходах) + РРР (обробка насіння), очевидно, є наслідком підсилення гербіцидної дії препарату за рахунок підвищення конкурентної здатності культури (наростання біомаси, площі листкового апарату тощо).

5.2. Урожайність і якість зерна

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур являється ключовим фактором зниження їх урожайності, тому при вивченні дії гербіциду та РРР на фізіолого-біохімічні показники рослин соризу важливо

було дослідити ефективність дії композицій препаратів на формування врожайності і якості зерна даної культури.

Аналізуючи вплив досліджуваних препаратів на врожайність соризу, слід відмітити, що застосування гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га в 2016 році сприяло збільшенню врожайності культури відповідно до норм гербіциду на 0,35; 0,46; 0,68 і 0,21 т/га проти контролю I (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Урожайність зерна соризу сорту Титан залежно від застосування різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, т/га

Варіант досліджу	Роки досліджень			Середнє за три роки	% до контролю
	2016	2017	2018		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	3,20	3,46	3,58	3,41	100,0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	3,84	4,29	4,65	4,26	124,9
Пік 75 WG 10 г/га	3,55	3,77	3,98	3,77	110,5
Пік 75 WG 15 г/га	3,66	3,94	4,10	3,90	114,4
Пік 75 WG 20 г/га	3,88	4,07	4,35	4,09	120,0
Пік 75 WG 25 г/га	3,65	3,80	4,09	3,85	112,8
Регоплант 50 мл/га	3,41	3,52	3,69	3,54	103,8
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,71	3,89	4,16	3,92	115,0
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,01	4,12	4,49	4,21	123,4
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,12	4,23	4,61	4,32	126,7
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,85	3,99	4,31	4,05	118,8
Регоплант 250 мл/т (фон)	3,32	3,50	3,62	3,48	102,1
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	4,02	3,81	4,09	3,97	116,5
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	3,65	3,99	4,33	3,99	117,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	3,87	4,10	4,51	4,16	122,0
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	4,03	3,85	4,37	4,08	119,7
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	3,90	3,93	4,31	4,05	118,7
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,85	4,19	4,63	4,22	123,9
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,22	4,30	4,72	4,41	129,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,10	4,22	4,44	4,25	124,7
Фон + Регоплант 50 мг/га	3,65	3,54	3,71	3,63	106,5
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,20</i>	<i>0,19</i>	<i>0,22</i>		

Однак вищий рівень урожайності формувався у варіантах досліджу, де внесення гербіциду поєднували із PPP. Так, урожайність соризу за обприскування посівів гербіцидом Пік 75 WG в досліджуваних нормах сумісно з Регоплантом становила 3,71; 4,01; 4,12 і 3,85 т/га, а за внесення гербіциду на фоні обробки насіння PPP Регоплант – 4,02; 3,65; 3,87 і 4,03 т/га при 3,20 т/га у контролі I та 3,87 т/га в контролі II (НІР₀₅ 0,20 т/га). Найвища врожайність соризу формувалась за внесення Пік 75 WG сумісно з Регоплантом на фоні обробки насіння PPP. Так, за даного поєднання препаратів і норми гербіциду Пік 75 WG 15; 20 і 25 г/га урожайність перевищувала контроль на 0,65 1,02 і 0,9 т/га.

Аналогічна залежність дії досліджуваних норм препаратів спостерігалась у 2017 і 2018 рр. Аналіз даних урожайності соризу за дії гербіциду Пік 75 WG, внесеного окремо і з PPP Регоплант та на фоні обробки ним насіння показав, що найістотніше зростання урожайності відмічено в варіантах досліджу з поєднаним внесенням препаратів Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га з Регоплантом (50 мл/га) на фоні обробки насіння цим же PPP у нормі 250 мл/т. У цих варіантах досліджу урожайність перевищувала контроль I у 2017 році відповідно на 0,47; 0,73; 0,84 і 0,76 т/га (НІР₀₅ 0,19), а в 2018 році – на 0,73; 1,05; 1,14 і 0,86 т/га (НІР₀₅ 0,22).

Підвищення врожайності соризу під дією гербіциду, очевидно, відбувалось за рахунок зменшення забур'яненості посівів, на що вказує одержана прибавка зерна в контролі II, де препарати не застосовувались, але проводились ручні прополювання впродовж вегетації культури. Водночас зростання продуктивності культури відбувалось і за дії регулятора росту рослин Регоплант, що обумовлюється активізацією проходження найбільш важливих фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, внаслідок яких відбувається вагоме збільшення біомаси та площі листової поверхні рослин, зростає нагромадження хлорофілу, що в цілому дозволяє конкурувати рослинам соризу за фактори життя з бур'янами.

Окрім урожайності, важливим сумарним показником, який також характеризує ефективність застосування препаратів, є якість зерна вирощуваної культури. Літературні дані свідчать, що за дії біологічних препаратів якість зерна сільськогосподарських культур може значно підвищуватись [286–290].

Разом з тим у літературі є багато повідомлень і про негативний вплив гербіцидних препаратів на якість зерна [291–293]. Тому, зважаючи на це, важливого значення набуває питання формування якості зерна з високими фізичними та хімічними показниками, яке було б безпечне до використання.

У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані препарати в значній мірі впливали на формування фізичних показників якості зерна соризу (табл. 5.5, додаток Є, табл. Є.1–Є.3). Зокрема маса 1000 зерен під дією гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га збільшувалась в середньому за три роки досліджень на 9,8; 14,0; 15,4 і 4,9%, а натура зерна – на 1,2; 1,6; 2,1 і 1,4% відносно показників контролю І.

Разом з тим, слід відмітити, що за дії PPP Регоплант маса 1000 зерен та натура зерна соризу зростала у більшій мірі. Так, за використання Регопланту у посівах без гербіциду спостерігалось збільшення показників натури зерна в середньому на 6,0 г/л, маси 1000 зерен – на 1,4 г. Застосування Пік 75 WG у досліджуваних нормах сумісно з Регоплантом супроводжувалось подальшим збільшенням якісних показників зерна. Так, маса 1000 зерен соризу відповідно до норм гербіциду становила 32,5; 33,4; 33,7 і 32,5 г при 28,5 г у контролі І, натура – 828,7; 832,4; 834,3 і 829,5 г/л проти контролю І – 813,2 г/л. За внесення Пік 75 WG у тих же нормах на фоні обробки насіння PPP Регоплант маса 1000 зерен перевищувала контроль І на 10,9; 14,7; 16,8 і 11,2%, а натура зерна – 1,3; 1,9; 2,4 і 1,6% відповідно.

Найвищі фізичні показники якості зерна соризу формувались за внесення Пік 75 WG у нормі 20 г/га сумісно з Регоплантом, що проводили на фоні обробки насіння регулятором росту рослин, де натура зерна складала

839,6 г/л, що на 26,4 г більше контролю I, а маса 1000 зерен становила 34,1 г, що перевищувало контроль I на 5,6 г.

Таблиця 5.5

Якість зерна соризу сорту Титан залежно від застосування різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Маса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Вміст білка, %
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	28,5	813,2	11,8
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	32,8	833,7	12,8
Пік 75 WG 10 г/га	31,3	822,8	12,1
Пік 75 WG 15 г/га	32,5	826,6	12,5
Пік 75 WG 20 г/га	32,9	830,5	12,3
Пік 75 WG 25 г/га	31,5	824,4	12,0
Регоплант 50 мл/га	29,9	819,2	12,0
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	32,5	828,7	12,4
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,4	832,4	12,8
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,7	834,3	12,6
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	32,5	829,5	12,2
Регоплант 250 мл/т (фон)	29,1	817,3	11,8
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	31,6	824,1	12,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	32,7	828,7	12,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	33,3	832,4	12,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	31,7	826,2	12,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	33,1	832,3	12,4
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,7	835,8	12,7
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	34,1	839,6	12,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,3	832,0	12,2
Фон + Регоплант 50 мг/га	30,5	821,8	12,1
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,6–1,7</i>	<i>4,3–7,1</i>	<i>0,6–0,7</i>

Досліджувані композиції препаратів накладали істотний відбиток на формування такого важливого показника якості зерна як вміст білка. Зокрема за самостійного застосування Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га вміст білка в

зерні соризу зростав на 0,2–0,7% у порівнянні до вмісту його в контролі І. За сумісного застосування в посівах Пік 75 WG 10–25 г/га з Регоплантом вміст білка в порівнянні з контролем І зростав відповідно на 0,4–1,0%, водночас за внесення цих же норм гербіциду з РРР на фоні обробки РРР насіння вміст білка зростав на 0,4–1,1%.

Найвищі показники вмісту білка були відмічені в зерні соризу, який вирощували з обробкою насіння РРР Регоплант за наступного обприскування посівів сумішами Пік 75 WG 75 10; 15; 20 і 25 г/га + Регоплант.

Таким чином, застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у бакових сумішах із Регоплантом на фоні обробки насіння цим же регулятором росту рослин створює найбільш сприятливі умови для отримання високої врожайності і якості зерна. Зокрема, найвища врожайність соризу формується за обробки посівів гербіцидом Пік 75 WG у нормі 20 г/га, внесеним разом із регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні обробки цим же регулятором росту насіння у нормі 250 мл/т, що в середньому за три роки досліджень забезпечило прибавку зерна на рівні 1,0 т/га за збільшеного на 20% показника маси 1000 зерен, 3% – натури зерна і 1,1% – вмісту білка.

5.3. Економічна та енергетична ефективність

Нині Україна є одним із найбільших виробників соргових культур, разом з тим за останнє десятиліття їх посівні площі значно зменшилися, що багато в чому пов'язано з ціновою політикою на сою, соняшник кукурудзу, роблячи ці культури більш рентабельними. Як свідчать дані Держстату, посівних площ під сорговими культурами у 2012 році нараховувалось близько 170 тис. га, а в 2016-му році цей показник знизився більш як на 60%. На разі посівні площі соргових культур в Україні складають біля 40 тис. га. Проте перспективи для збільшення посівних площ під соргові культури все таки існують і пов'язані вони насамперед з удосконаленням технології їх

виросування, адже за останні 10–15 років аграрії підняли їх середню врожайність майже вдвічі [294, 295].

Будь яка виробнича діяльність за кінцеву мету ставить одержання прибутку. Вирощування сільськогосподарських культур не є виключенням, адже сільськогосподарський виробник завжди планує та розраховує рентабельність і потенційний прибуток культури, куди входить вартість насіння, засобів захисту рослин, вартість виконаних робіт, паливо та інші витрати, які відносяться до потенційних або додаткових [296].

Дослідженнями науковців [297–300] встановлено, що застосування гербіцидів та їх бакових сумішей з РРР у посівах сільськогосподарських культур є економічно вигідним. Так, у дослідженнях В. С. Задорожного та І. В. Мовчан. [301] встановлено, що застосування в посівах кукурудзи гербіцидів Майстер 150 г/га та Калісто 0,25 л/га забезпечує рентабельність на рівні 103% при отриманні додаткового врожаю 3,39 т/га.

В. В. Думич [302] встановив, що внесення біопрепаратів Азотофіт (0,1 л/га), Біокомплекс-БТУ для зернових культур (0,5 л/га) та ФітоХелп (0,5 л/га) у посівах ярих зернових культур забезпечує збільшення врожайності пшениці ярої на 12,3–20,1%, вівса – на 13,2–19,9%. Економічний ефект від внесення препаратів на досліджуваних культурах складає у межах від 1250 до 1618 грн./га.

Результати проведеної економічної оцінки використання препаратів у посівах соризу показали, що за використання гербіциду Пік 75 WG у нормі 10 г/га було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 10940 грн./га, рівень рентабельності при цьому складав 153% за окупності додаткових витрат 8,8 рази (табл. 5.6).

При збільшенні норми гербіциду Пік 75 WG до 15 г/га було одержано додатковий чистий прибуток на рівні 11476 грн./га за рентабельності 158% та окупності додаткових витрат в 7,9 рази. Вищими ці показники були за використання 20 г/га Пік 75 WG, де додатковий чистий прибуток складав 12300 грн./га за рівня рентабельності 168% і окупності додаткових витрат в 8,3 рази.

Таблиця 5.6

Економічна ефективність застосування гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант у посівах соризу, (2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Урожай- ність, т/га	Прибавка в врожаю, т/га	Загальні витрати на виращуван- ня, грн./га	У т. ч. додаткові, грн./га	Вартість вальної продукції, грн./га	У т. ч. додаркової, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рентабель- ність, %	Додатко- вий чистий прибуток, грн./га	Окупність додатко- вих витрат, рази
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	3,41	0	6980	0	16368	0	9388	2047	135	0	0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	4,26	0,85	8210	1230	20448	4080	12238	1927	149	2850	2,3
Пік 75 WG 10 г/га	3,77	0,36	7156	176	18096	1728	10940	1898	153	1552	8,8
Пік 75 WG 15 г/га	3,90	0,49	7244	264	18720	2352	11476	1857	158	2088	7,9
Пік 75 WG 20 г/га	4,09	0,68	7332	352	19632	3264	12300	1793	168	2912	8,3
Пік 75 WG 25 г/га	3,85	0,44	7420	440	18480	2112	11060	1927	149	1672	3,8
Регоплант 50 мл/га	3,54	0,13	7060	80	16992	624	9932	1994	141	544	6,8
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,92	0,51	7236	256	18816	2448	11580	1846	160	2192	8,6
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,21	0,80	7324	344	20208	3840	12884	1740	176	3496	10,2
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,32	0,91	7412	432	20736	4368	13324	1716	180	3936	9,1
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,05	0,64	7500	520	19440	3072	11940	1852	159	2552	4,9
Регоплант 250 мл/т (фон)	3,48	0,07	6994	14	16704	336	9710	2010	139	322	23,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	3,97	0,56	7170	190	19056	2688	11886	1806	166	2498	13,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	3,99	0,58	7258	278	19152	2784	11894	1819	164	2506	9,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	4,16	0,75	7346	366	19968	3600	12622	1766	172	3234	8,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	4,08	0,67	7434	454	19584	3216	12150	1822	163	2762	6,1
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	4,05	0,64	7250	270	19440	3072	12190	1790	168	2802	10,4
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,22	0,81	7238	258	20256	3888	13018	1715	180	3630	14,1
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,41	1,00	7426	446	21168	4800	13742	1684	185	4354	9,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,25	0,84	7514	534	20400	4032	12886	1768	171	3498	6,6
Фон + Регоплант 50 мг/га	3,63	0,22	7074	94	17424	1056	10350	1949	146	962	10,2

За сумісного застосування Пік 75 WG з Регоплантом показники економічної ефективності були вищими, ніж за дії лише гербіциду. Так, істотні прирости врожаю за внесення суміші Пік 75 WG з Регоплантом та невисока вартість регулятора росту забезпечили найвищий рівень рентабельності та окупності додаткових витрат. Зокрема за 20 г/га гербіциду Пік 75 WG, внесеного сумісно з Регоплантом, додатковий чистий прибуток складав 13324 грн./га, що забезпечило рентабельність на рівні 180% і окупність додаткових витрат – 9,1 рази.

Економічно виправданим було внесення гербіциду Пік 75 WG на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Регоплант. За дії 20 г/га гербіциду Пік 75 WG на фоні обробки насіння перед сівбою Регоплантом у нормі 250 г/т отримано додатковий чистий прибуток на рівні 12622 грн./га за рентабельності виробництва 172% та окупності додаткових витрат – 8,8 рази.

Найвищі показники економічної ефективності від застосування гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант формувались у варіантах дослідів із сумісним внесенням Пік 75 WG з Регоплантом, що проводили на фоні обробки насіння регулятором росту рослин. За поєднання застосування Пік 75 WG у нормі 10 г/га було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 12190 грн./га за рентабельності виробництва 168%, окупності додаткових витрат – 10,4 рази. При 20 г/га гербіциду додатковий чистий прибуток був найвищий і становив 13742 грн./га, що забезпечувало рентабельність виробництва на рівні 185% та окупність додаткових витрат – 9,8 рази. Застосування максимальної норми гербіциду супроводжувалось зменшенням показників економічної ефективності, що пов'язано зі зростанням витрат на застосування гербіциду та зменшенням прибавки врожаю.

Аналіз енергетичної ефективності застосування гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант показав (табл. 5.7), що енергетична доцільність використання препаратів визначалась нормами внесення Пік 75 WG та поєднанням його внесення з PPP Регоплант, що, в свою чергу, впливало на знищення

бур'янистої рослинності у посівах та – формування величини додаткового урожаю.

Таблиця 5.7

**Енергетична ефективність застосування гербіциду Пік 75WG і PPP
Регоплант у посівах соризу (2016–2018 рр.)**

Варіант досліду	Урожай- ність	Валові затрати енергії, МДж/100 га	Валова енергія урожаю, МДж/100 га	Коефіцієнт енергетичної ефектив- ності
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	34,1	315785	1379686	4,4
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	42,6	398375	1723592	4,3
Пік 75 WG 10 г/га	37,7	353776	1525343	4,3
Пік 75 WG 15 г/га	39,0	357689	1577936	4,4
Пік 75 WG 20 г/га	41,0	362884	1658852	4,6
Пік 75 WG 25 г/га	38,5	368507	1557711	4,2
Регоплант 50 мл/га	35,4	339920	1432278	4,2
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,2	358666	1586026	4,4
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,1	364008	1703360	4,7
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	43,2	374519	1747870	4,7
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	40,5	380560	1638630	4,3
Регоплант 250 мл/т (фон)	34,8	319827	1408008	4,4
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	39,7	355508	1606263	4,5
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	39,9	361703	1614361	4,5
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	41,6	364127	1683137	4,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	40,8	376833	1650776	4,4
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	40,5	359618	1638630	4,6
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,2	371016	1707401	4,6
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	44,1	371841	1784287	4,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,5	377734	1719553	4,6
Фон + Регоплант 50 мг/га	36,3	338817	1468696	4,3

Так, за внесення в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га енерговитрати складали 353776–368507 Мдж/100 га, за внесення цих же норм

гербіциду сумісно з Регоплантом – 358666–380560 МДж/ 100 га, а за використання композиції Пік 75 WG 10–25 г/га + PPP регоплант 250 мл/т + PPP Регоплант 50 мл/га – 359618–377734 МДж/ 100 га. З одержаних даних видно, що за використання гербіциду в комплексі з PPP Регоплант (обробка насіння + внесення по сходах) енерговитрати були найвищими, але при цьому також значно зростала енергія одержаного врожаю, що позитивно вплинуло на формування K_{ee} , який відповідно до норм гербіциду складав 4,6–4,8.

За внесення гербіциду Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 250 мл/т + Регоплант 50 мл/га K_{ee} був найвищим та перевищував контроль I на 9,1%.

Таким чином, з одержаних даних економічного та енергетичного аналізів можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідними є застосування в посівах соризу композиції Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 250 мл/т + Регоплант 50 мл/га, яка забезпечує зростання рівня рентабельності до 185% при 135% у контролі I за додаткового чистого прибутку 13742 грн./га, окупності додаткових витрат 9,8 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності 4,8. Ця композиція препаратів дає можливість підвищити урожайність соризу за зниженої норми використання гербіциду, що забезпечує зниження його негативного впливу на посіви та навколишнє природне середовище.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях [303–305].

1. Карпенко В. П., Шутко С. С., Полторецький С. П. та ін. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Сочінський М. М.». 2017. 112 с.

2. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Шутко С. С. та ін. Біологізована технологія вирощування просоподібних злаків (просо посівне, сорго зернове, сориз): рекомендації виробництву.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Візаві», 2016. 24 с.

3. Карпенко В. П., Шутко С. С. Урожайність соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та рістрегулятора Регоплант. Матеріали Всеукраїнської Науково-практичної конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив». Умань. 29 березня 2017 року. С. 18–19.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено нове вирішення наукового завдання, яке полягає у фізіологічному обґрунтуванні дії в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG, внесеного за різних способів використання регулятора росту рослин Регоплант.

1. Встановлено, що гербіцид Пік 75 WG і регулятор росту рослин Регоплант накладають істотний відбиток на проходження в рослинах соризу ліпопероксидаційних і ферментативних процесів, проте оптимальні умови для подолання окиснювального стресу створюються за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га у комплексі з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га – внесення по сходах, 250 мл/т – обробка посівного матеріалу), за яких зниження рівня проходження реакцій пероксидного окиснення ліпідів у рослинах складає у відношенні варіантів самостійного застосування гербіциду до 20% за підвищення загального рівня ферментативної активності глутатіонтрансферази – до 32%, каталази – 22–49%, пероксидази – 8–39%, поліфенолоксидази – 45–53%, що свідчить про зростання антиоксидантного статусу рослин у процесі адаптаційних перебудов до гербіцидного стресу.

2. Доведено, що формування пігментного комплексу листкового апарату соризу визначається нормами застосування гербіциду Пік 75 WG та різними способами використання регулятора росту рослин Регоплант: за самостійного внесення Пік 75 WG у нормах 10–25 г/га вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми із наростанням норм внесення препарату знижується, водночас за внесення цих же норм гербіциду в сумішах з Регоплантом на фоні обробки цим же регулятором росту рослин перед сівбою насіння вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми в листках соризу зростає на 10–63%, 74–175% і 25–82% відповідно, що вказує на послаблення негативної дії хімічного агента на рослини в присутності біологічного препарату.

3. З'ясовано, що за комплексного застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант (обробка перед сівбою

насіння і вегетуючих рослин) у листках соризу простежується на 26–33% зростання площі клітин епідермісу за коефіцієнта морфоструктури 0,81–0,84, що є характерним для рослин з високорозвиненим листковим апаратом (перевищення до контролю I у фазу викидання волоті 18–28%) та надземною біомасою (зростання до контролю I за фазами розвитку кущіння – молочно-воскова стиглість – 15–40%). Показники анатомічної структури листкового апарату соризу тісно корелюють з формуванням площі листкового апарату $r = 0,86$.

4. Виявлено вплив на фотосинтетичні процеси соризу композицій Пік 75 WG 10–25 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т, які забезпечують зростання чистої продуктивності фотосинтезу посівів у середньому на 11–18% за тісного кореляційного зв'язку з вмістом у листках соризу хлорофілу $r = 0,63$.

5. Встановлено, що Пік 75 WG і Регоплант значно активізують в посівах соризу розвиток ризосферної мікробіоти, викликаючи позитивні зміни в її кількісному і якісному складі: за комплексного використання препаратів (Пік 75 WG + Регоплант – обробка перед сівбою насіння + обробка вегетуючих рослин) загальна чисельність бактерій і мікроміцетів ризосфери зростає до 73%, водночас амоніфікувальних, нітрифікувальних та азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* – до 96%, що обумовлюється як формуванням додаткової площі кореневої системи (з боку дії PPP), необхідної для колонізації мікроорганізмами, так і виділенням кореневою системою більшої кількості ексудатів (внаслідок зростання фізіолого-біохімічної активності).

6. Ефективність контролювання бур'янів у посівах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG зростає зі збільшенням норми внесення до 25 г/га як окремо, так і на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Регоплант, але вища частка знищення бур'янів, особливо за масою, простежується за внесення Пік 75 WG у комплексі з Регоплантом (обробка перед сівбою насіння + обробка рослин), що свідчить про

підвищення конкурентоздатності культури до бур'янів за рахунок зростання біомаси і площі листкового апарату рослин.

7. Встановлено, що найвищу врожайність зерна посіви соризу формують у варіанті Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га + Регоплант 250 мл/т, де приріст зерна складав 1,0 т/га за збільшення показника маси 1000 зерен на 20%, натури – 3%, вмісту білка – 1,1%.

8. Найвищий економічний та енергетичний ефекти формувались за використання в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG у нормі 20 г/га в комплексі з регулятором росту рослин Регоплант (обробка насіння перед сівбою 250 мл/т + обробка посівів 50 мл/га), де додатковий чистий прибуток складав 13742 грн./га за окупності додаткових витрат 9,8 рази та коефіцієнта енергетичної ефективності 4,8.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності і якості зерна соризу та зниження гербіцидного навантаження на навколишнє природне середовище в умовах Правобережного Лісостепу України для боротьби з дводольними видами бур'янів та активізації проходження основних біологічних процесів у рослинах і ґрунті в посівах культури доцільно застосовувати гербіцид Пік 75 WG у нормі 20 г/га у суміші з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні обробки цим же регулятором росту рослин насіння перед сівбою у нормі 250 мл/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖРЕЛ

1. Балян А. В. Внесок аграрної науки в розвиток органічного виробництва. Вісник аграрної науки. 2013. №11. С. 9–12.
2. Ponomarenko S. P., Hrytsaenko Z. M., Tsygankova V. A. Increase of Plant Resistance to Diseases, Pests and Stresses with New Biostimulants. Proceedings of the I st world congress on the USE of Biostimulants in Agriculture. Eds.: S. Saa Silva [et al.]. Acta Horticulturae 1009. Strasbourg, 2013. P. 225–234.
3. Дремлюк Г. К. Сориз – культура третього тисячоліття: монографія. Одеса. 2001. 121 с.
4. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2011. 64 с.
5. Аверчев О. В. Круп'яні культури в агроеліоративному полі рисової сівозміни. Херсон: «Олді-плюс». 2008. 156 с.
6. Мордерер Є. Ю., Мережинський Ю. Г. Гербіциди. Механізми дії та практика застосування. К. : Логос, 2009. 379 с.
7. Борона В. П., Красевич В. В., Соломенко В. М. [та ін.]. Бур'яни в короткоротаційних сівозмінах. Система контролювання чисельності, що поєднує агротехнічні, фітоценотичні, хімічні та інші заходи. Карантин і захист рослин. 2005. №9. С. 3–4.
8. Барановский И. Н., Лукьянов Н. В. Влияние сорняков на плодородие почвы и урожайность овса. Защита и карантин растений. 2005. №11. С. 23–25.
9. Мордерер Є. Ю., Мережинський Ю. Г., Лук'яненко О. С. Застосування бакових сумішей гербіциду гранстару та ланцелоту на посівах озимої пшениці. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т.34. №1. С. 35–39.

10. Котляров Д. В., Котляров В. В. Изучение механизма влияния совместного применения аминокислот и гербицидов группы глифосатов на физиологические процессы в растениях *Международный научно-исследовательский журнал* №02 (56) Часть 2 Февраль. 2017. С. 72–76.
11. Мережинський Ю. Г., Мордерер Є. Ю. Сучасні досягнення та перспективи розвитку досліджень по проблемі фізіології дії гербіцидів. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. К., 2001. Т.1. С. 345–361.
12. Торчинская В. М. Действие 2,4-Д на некоторые процессы, протекающие в проростках растений. *Химия в сельском хозяйстве*. 1966. Т.4. №5. С. 38–42.
13. Wort D. J., Audust L. I. Effects of herbicides on plant composition and metabolism. *The Phisiol. and Biochem. of herbicides*. Academic Press. 1964. P. 313–324.
14. Мелехов Е. И. Влияние 2,4-Д на проводимость корней, поглощение воды и транспирацию. *Физиология растений*. 1979. Т.26. Вып. 5. С. 1001–1006.
15. Sharma M. P., Vander Born W. H., Mcpeath D. K. *Can. J. S. Plant Effects of Postemergence wild oat herbicides on the transpiration of wild oats*. 1977. V. 57. №1. P. 127–132.
16. Фисюнов А. В. *Справочник по борьбе с сорняками*. А. В.Фисюнов. М.: Колос, 1984. 254 с.
17. Dunleavy P. J. In *Chenopodium album L. The influence of stomata in bentazone action in Chenopodium album L. Proc. Crop. Prot. Conf. Weeds*. 1982. P. 187–192.
18. Kennedy C., Stewart R. The effect of 2,4-D – Dichlorophenoxyacetic acid on ion uptake by maize roots. 1980. V.31. №120. P. 135–150.
19. Зинченко В. А. *Химическая защита растений: средства, технологи и экологическая безопасность*. М. : Колос, 2005. 232 с.
20. Жеребко В. М. Гербіциди в інтегрованому захисті. *Карантин і захист рослин*. 2007. №7. С. 12–13.

21. Кочерга А. А. Вплив гербіцидів на продуктивність бур'янів та засміченість ґрунту. Продуктивність і якість сільськогосподарської продукції: збірник наук. праць Полтавського СГІ. 1995. Т.17. С. 130–133.
22. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський». 2012. 357 с.
23. Дерев'янський В. П. Біологічний захист пшениці ярої. Карантин і захист рослин. 2012. №10. С. 1–3.
24. Пономаренко С. П., Боровикова Г. С., Боровиков Ю. Я. Новые индукторы устойчивости растений с регуляторными и биозащитными свойствами. Материалы V Межд. науч. конф. [«Регуляция роста, развития и продуктивности растений»], (Минск, 28–30 ноября 2007). Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2007. С. 161.
25. Педоренко І. Ю., Баланда О. В. Природні біостимулятори росту та розвитку сільськогосподарських культур. Мат. Міжн. конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблемах сьогодення». Кам'янець-Подільськ. 2012. С. 63–64.
26. Силаєва А. М. Технологічні засоби підвищення адаптації рослин до умов глобального потепління. «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління»: матеріали. Міжнар. наук.–практ. конф. Мелітополь, 2009. С. 109–112.
27. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 168 с.
28. Victor J., Murch S., Krishna S. [et al.]. Role of endogenous purine metabolism in thidiazuron – induced somatic embryogenesis of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Growth Regul. 1999. P. 28.
29. Деева В. П. Регуляторы роста растений: Механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск: Белорусь. Наука, 2008. 86 с.

30. Грабак Н. Х., Дудник А. В. Вплив біостимуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаївський держ. аграр. ун-т. Миколаїв, 2003. Вип. 2 (22). С. 165–169.
31. Жукова П. С. Эффективность применения регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве: обзорная информация. ВНИИТЭИ. Агропромиздат. М., 1990. 50 с.
32. Воскобулова Н. И., Новикова А. А. Влияние регуляторов роста на динамику накопления сухого вещества и химический состав растений сахарного сорго. Вестник мясного скотоводства. Оренбург, 2011. №64 (4). С. 130–133.
33. Землянов В. А. Повышение урожайности и качество семян сорго сахарного путем подбора сортов, регуляторов роста и десикантов : Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Дон. Рассвет. 2003. 23 с.
34. Грехова И. В., Комисаров И. Д. Тюменский гуминовый препарат. Земледелие. 2006. №4. С. 30–32.
35. Никелл Л. Д. Регуляторы роста и развития растений. М.: Колос, 1984. 191 с.
36. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. Bot. Lithuan. 2007. Vol. 13. № 2. P. 115–121.
37. Сакало В. Д., Пантелусь Н. М., Пономаренко С.П., Кургий В. М. Потенциал продуктивности поддается регулированию. Сахарная свекла. 1998. №8. С. 14–16.
38. Сакало В. Д., Пономаренко С. П., Боровикова Г.С. Регулятори росту рослин у землеробстві. К.: Аграрна наука, 1998. С. 48–51.
39. Шевелуха В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос, 1992. 594 с.
40. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А. Вплив біологічних препаратів на інтенсивність дихання рослин гречки. Біологічні студії.

“Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти”. 2017. Т. 11, № 3–4. С. 37–38.

41. Иващенко Я. Н., Кухарь В. П., Гололобов Ю. Г. и др. Препарат 31 – новый стимулятор плодообразования. Результаты научных исследований – в практику сельского хозяйства. М.: Наука, 1982. С. 149–160.

42. Злотников А. К., Злотников К. М. Борьба с пестицидным стрессом – важный резерв повышения продуктивности пшеницы: научное издание. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2009. №4. С. 30–31.

43. Анішин Л. В. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Пропозиція. 2004. №10. С. 48–50.

44. Гирка А. Д., Іщенко В. А., Ільєнко О. В. та ін. Вплив застосування біопепаратів та біологічно активних речовин на формування елементів продуктивності ячменю ярого в Північному Степу. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 14. С. 30–36 .

45. Сергеев А. А. Вплив біостимуляторів росту рослин на продуктивність озимої пшениці. Зрошуване землеробство. Міжвідомчий науково-темат. зб. Вип. 48. Херсон: Айлант. 2007. С. 68–72.

46. Иутинская Г. А. Разработка комплексных препаратов на основе микроорганизмов и фиторегуляторов. Сб. материалов конф. «Darostim 2007. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве» (12–16 июня 2007 г.). К.: Б. и., 2007. С. 52–55.

47. Карпенко В. П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань, 2009. Вип. 72. Ч.1. С. 30–39.

48. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні механізми зниження негативної дії гербіцидів на рослини ячменю ярого за їх використання у бакових сумішах із біологічно-активними речовинами. Агроєкологічний журнал. 2010. Вересень. С. 63–65.

49. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Формування надземної маси, площі листової поверхні і пігментного комплексу ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Лінтуру та його сумішей із біопрепаратом Агат-25К. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Умань. 2008. С. 60–70.
50. Корсаков К. В., Стрижков Н. И., Пронько В. В. Совместное применение удобрений, гербицидов и регуляторов роста при возделывании овса и проса в Поволжье. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. №4 (102). 2013. С. 16–19.
51. Швартау В. В. Напрями регулювання фітотоксичності гербіцидів за допомогою хімічних сполук. Матеріали третьої науково-теоретичної конференції [«Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження»], (Київ, 5–6 березня 2002 р.). К. 2002. С. 147–157.
52. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. К.: Логос, 2001. 240 с.
53. Frear D. S. Wheat microsomal cytochrome P₄₅₀ monooxygenases : characterization and importance in the metabolic detoxification and selectivity of wheat herbicides. Drug Metab. Drug interact. 1995. V.12. P. 329–357.
54. Озерова Л. В., Швартау В. В. Механізми дії сучасних грамініцидів-інгібіторів ацетил-Ко А-карбоксилази. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. Т.37. №6. С. 486–494.
55. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений. Сорос. образоват. журн. 1999. №9. С. 20–26.
56. Чупахина Г. Н., Масленников П. В., Скрыпник П. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект): монография. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. 111 с.
57. Alscher R. G., Donahue J. L., Cramer C. L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationship in green cells. Phisiol. Plant. 1997. V.100. №2. P. 224–233.

58. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки. Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Физиология растений. М., 1989. Т.6. 168 с.
59. Scandalios J.G. The rise of ROS. Trends Biochem. Sci. 2002. V.27. P. 483–486.
60. Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений. Цитология. 2006. Т.48. №6. С. 465–474.
61. Лукаткин А. С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения. Физиология растений. 2002. Т.49. №6. С. 878–885.
62. Lamourex G. L., Rusness D. G., Eds. D. Dolphim [et al.] The role of glutation and glutatoin–S–transferase in pesticide metabolism, selectivity and mode of action in plants and insect. Glutation chemical, biochemical and medical aspects. New York : Wiley and Sons, 1989. V.III B. P. 154–196.
63. Капустян А. В., Кучеренко В. П., Панюта О. О. [та ін.] Активність пероксидази та зміна її ізоферментних форм за умов низькотемпературного стресу. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т.36. №1. С. 55–63.
64. Noctor G., Foyer C. Ascorbate and glutathione keeping active oxygen under control. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1998. 49. P. 249–279.
65. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Залежність фізіологічних процесів та продуктивності посівів ярого ячменю від застосування різних норм гербіциду Гранстару окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Емістимом С. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2004. Вип. 58. С. 147–153.
66. Біологічно активні речовини в рослинництві. [Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б.]; за ред. З. М. Грицаєнко. К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
67. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого і продуктивність посівів за дії гербіциду Калібру 75 і

біологічно активних речовин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. К. : Логос, 2009. Т. 2. С. 51–61.

68. Таран Н. Ю., Оканенко О. А., Бацманова Л. М. [та ін.]. Вторинний оксидний стрес як елемент загальної адаптивної відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т. 36. № 1. С. 3–13.

69. Карпец Ю. В., Колупаев Ю. Е., Ястреб Т. О. и др. Влияние кратковременного теплового закаливания и повреждающего нагрева на показатели проантиоксидантного равновесия в проростках пшеницы. Вісн. Харків. нац. аграр. унту. Сер. біол. 2008. Вип. 2 (14). С. 53–59.

70. Курганова Л. Н., Веселов А. П., Гончарова Т. А. и др. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке. Физиология растений. 1997. Т. 44. № 5. С. 725–730.

71. Smirnoff N. Plant resistance to environmental stress. Current Opinion in Biotechnology. 1998. Vol. 9. № 2. P. 214–219.

72. Шевченко Н. В., Погосян С. И., Мерзляк М. Н. Перекисное окисление мембранных липидов при действии на растения галоидфеноксикислот. Физиология растений. 1980. Т. 27. № 2. С. 363–369.

73. Пронина Н. Б., Ладонин В. Ф. Действие 2,4-Д на сопряжение транспорта электронов с синтезом АТФ в хлоропластах ячменя и гороха и снижение токсического действия гербицида под влиянием фосфорных удобрений. Сельскохозяйств. биол. 1979. Т. 14. № 1. С. 41–44.

74. Feierabend J., Winkelhusener T. Nature of photooxidative events in leaves treated with chlorosis – inducing herbicides. Plant. Physiol. 1982. V. 70 № 5. P. 1277–1282.

75. Dan Hess F. Light-dependent herbicides: an overview. Weed Sci. 2000. 48. P. 160–170.

76. Karpenko V. P. Anatomic changes in the epidermis structure of the leaf apparatus as an indication of the influence of physiologically active substances on

the plant body. Міжнародна наукова конференція [«Каразінські природознавчі студії»], (Харків, 1–4 лютого 2011 р.). Харків: Харк. нац. ун-т. ім. В. Н. Каразіна, 2011. С. 292–293.

77. Карпенко В. П. Вплив сумісного застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру з біопрепаратом Агат-25К на формування надземної біомаси і площі листкового апарату ячменю ярого. Матеріали I Міжн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених [«Фундаментальні та прикладні дослідження в біології»], (Донецьк, 23–26 лютого 2009 р.) / ДНАУ. Донецьк: Вид-во «Вебер». 2009. С. 260–261.

78. Грицаєнко З. М. Анатомічні зміни в будові фотосинтетичного апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару і біостимулятора росту Емістима С. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2006. Вип. 62. Ч.1. С. 9–15.

79. Білоножко В. Я., Карпенко В. П. Анатомічна структура епідермісу листкового 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.

80. Гойчук А. Ф., Копитко П. Г., Грицаєнко З. М. [та ін.] Біологічні та агроекологічні основи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. 2003. С. 5–14.

81. Polle A. Defence against photooxidative damage in plants. Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences. Ed. Scandalions – Cold Spring Harbour: Cold Spring Harbour Lab. Press. 2000. P. 623–666.

82. Terek O., Romaniuk N. Dynamics of the endogenous phytohormones of plants under growth regulators treatment. 11th FESPP Congress. Bulgarian Journal of Plant Physiol, Sp. Issue. 1998. P. 118.

83. Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. Брассиностероиды. Минск: Наука и техника. 1993. 287 с.

84. Рахматуллина С. Р., Федяев В. В., Талипов Р. Ф. [и др.]. Влияние препарата рифтал на морфофизиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании. *Агрохимия*. 2007. № 5. С. 42–48.
85. Иванова Е. П., Кирилова Л. Л., Назарова Г. Н. [и др.]. 4-гидроксифенэтиловый спирт – новый непуринный цитокинин – регулятор фотосинтеза и роста растений. *Вестник Башкирского университета*. 2001. № 2. С. 72–74.
86. Прусакова Л. Д., Малеванная Н. Н., Белопунов С. Л. [и др.]. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами. *Агрохимия*. 2005. № 11. С. 76–86.
87. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фотосинтетична продуктивність посівів ярого ячменю залежно від сумісного застосування біопрепарату Агат-25 К з гербіцидом Лінтур. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. Умань. 2005. Вип. 59. С. 74–80.
88. Попов С. І., Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є. Застосування регуляторів росту рослин у насінництві зернових колосових та круп'яних культур: методичні рекомендації. За ред. С. І. Попова. Х., 2013. 78 с.
89. Огурцов Ю. Є. Застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива при вирощуванні пшениці озимої в умовах східної частини лісостепу України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Херсон. 2015. Вип. 91. С. 62–66.
90. Єремко Л. С., Сидоренко А. В., Олєпир В. С., Агафанова С. О. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2009. № 1. С. 43–45.
91. 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 національного університету садівництва*. Умань. 2010. Вип. 74. С. 64–71.

92. Грицаєнко З. М., Чернега А. О. Активність окисно-відновних ферментів у рослинах ячменю озимого при застосуванні гербіциду калібр 75 та регулятора росту біолан. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Умань. 2009. С. 80–88.
93. Шумік С. А., Таран Н. Ю., Драга М. В., Мусієнко М. М. Вивчення особливостей дії регуляторів росту на адаптивні властивості зернових культур. Регулятори росту рослин у землеробстві: 36. наук. пр. К. 1998. С. 40–44.
94. Леонтьук І. Б. Біологічні процеси в рослинах озимої пшениці залежно від застосування біостимуляторів росту і Дікопуру. Біологічні науки і проблеми рослинництва. 36. наук. пр. УДАУ. 2003. С. 159–158.
95. Грицаєнко З. М., Куш Л. Я. Вміст хлорофілу в листках озимої пшениці залежно від дії гербіцидів та біологічно-активних речовин. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. III Міжнародна конференція. Тези доповідей. Львів. 2007. С. 125–126.
96. Притуляк Р. М., Березюк О. С., Грушка Т. В. Фотосинтетичний потенціал рослин тритикале озимого за дії гербіцидів різних хімічних класів і регулятора росту рослин Біолан. Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, присвячений 160-річчю від дня народження видатного садівника В. В. Пашкевича. Умань. 2017. Частина 2. С. 11–13.
97. Kim D., Brain P., Marshall E. Effects of sub-lethal doses of metsulfuronmethyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat. Brighton Crop Prot. Conf. "Weed": Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune. Brighton. Vol. 2. Farnham. 1997. P. 669–670.
98. Kreuz K., Tommasini R., Martinoia E. Old enzymes for a new job. Plant Physiol. 1996. № 3. P. 349–353.

99. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. Vol. 83. № 2–3. P. 69–81.
100. Soeda T., Uchida T. Inhibition of pigment synthesis by 1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-hydroxypyrazole, norflurazon, and new herbicidal compounds in radish and flatsedge plants. *Pes. Biochem. and Physiol.* 1987. Vol. 29. № 1. P. 35–42.
101. Радченко М. П., Сорокіна С. І., Гуральчук Ж. З., Мордерер Є. Ю. Вміст фотосинтетичних пігментів та ТБК-активних речовин у рослин сої за сумісного застосування гербіцидів та мікродобрив. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія»*. Том 26 (65). 2013. № 1. С.172–178.
102. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. Ростові процеси тритикале озимого за дії гербіцидів різних хімічних класів та їх бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим. *Вісник Уманського НУС*. Умань. 2015. № 2. С. 20–25.
103. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Кваша Н. Л. Ефективність сумісного застосування гербіцидів і біостимуляторів росту в посівах кукурудзи. Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур : Зб. наук. пр. Уманської ДАА. Умань. 2001. Вип. 51. С. 27–29.
104. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин // *Вісник Вінницького політех. ін.-ту*. 2014. № 4. С. 41–43.
105. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Формування надземної маси, площі листової поверхні і пігментного комплексу ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Лінтуру та його сумішей із біопрепаратом Агат-25К. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. Умань. 2008. С. 60–70.
106. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого і продуктивність посівів за дії гербіциду Гранстару і

Емістиму С. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні аспекти. Львів. 2007. С. 57.

107. Грицаєнко З. М., Голодрига О. В. Формування асиміляційної поверхні та синтез хлорофілу у листках сої під впливом тарги супер і емістиму С. Зб. наук. пр. Уманської ДАА. Умань. 2002. С. 52–56.

108. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Мостов'як І. І. Фотосинтетична продуктивність посівів ярого ячменю залежно від застосування біопрепарату Агат 25-К з гербіцидом Лінтур. Зб. наук. пр. Уманської ДАА. Умань. 2002. С. 74–80.

109. Підан Л. Ф. Динаміка листкового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування рістрегулятора. Сборник докладов Международных конференций «Консолидация научных исследований», «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований», 12 жовтня 2013 р. Донецк: Ниц Знание. 2013. С. 16–19.

110. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Формування асиміляційної поверхні рослин озимого тритикале при застосуванні гербіцидів Пріми і Пуми супер без біостимуляторів і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Біоланом. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2008. № 4 С. 39–42.

111. Огінова І. О. Адаптивні реакції репродуктивної сфери сорго до дії гербіцидів. Вісник ДНУ. Дніпропетровськ. 2006. С. 135–140.

112. Хромих Н. О., Вінниченко О. М. Накопичення ацетохлору в органах гібридів кукурудзи та їх стійкість до хімічного забруднення. Екологія кризових регіонів України. Тези Міжн. конф. Д.: РВВ ДНУ. 2001. С. 100.

113. Крамарьов С. М., Писаренко П. В., Шевченко М. С., Льоринець Ф. А. та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. Вісник Полтавської ДАА. Полтава. 2008. №3. С. 5–12.

114. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М. : Наука. 2002. 135 с.

115. Розборська Л. В. Вплив сумісного застосування гербіциду Естерону та біостимулятора росту на вміст хлорофілу в листках пшениці озимої. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2011. Ч. 1. С. 103–104.
116. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Активність суміші вища. Карантин і захист рослин. 2006. №5. С. 18–19.
117. Заболотний О. І. Вплив гербіциду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013. Вип. 1. С. 134–140.
118. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2011. № 1. С. 5–12.
119. Сайко В. Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною. Вісник аграрної науки. 2003. № 5. С. 5–8.
120. Кравченко Л. В., Макарова Н. М., Азарова Т. С. [и др.]. Выделение и фенотипическая характеристика ростстимулирующих ризобактерий (PGPR), сочетающих высокую активность колонизации корней и ингибирования фитопатогенных грибов. Микробиология. 2002. Т. 71, № 4. С. 521–525.
121. Волкогон В. В., Сальник В. П., Гусев О. В. Стимуляторы роста растений как индукторы азотфиксации. Нетрадиционное растение-водство, экология и здоровье: 7 Международная научно-практическая конференция, 1998: материалы конференции. Симферополь. 1998. С. 437–438.
122. Емцев В. Т., Чумаков М. И. Критерии ассоциативности для бактерий, находящихся в diaзотрофном биоценозе с небобовыми растениями. Микробиол. журнал. 1988. Т. 50. № 3. С. 93–102.
123. Скворцова Н. Г., Умаров М. М., Костина Н. В. Влияние инокуляции смешанными культурами *Bacillus polymyxa* *Pseudomonas* на трансформацию азота в ризосфере небобовых растений. Микробиология. 1998. 67, № 2. С. 244–248.

124. Шерстобоева Е. В., Дудинова И. А., Шерстобоев Н. К. Биопрепараты азотфиксирующих бактерий: Проблемы и перспективы применения. Микробиол. журн. 1997. Т. 59, № 4. С. 109–117.
125. Курдиш І. К. Ефективність інтродукції мікроорганізмів у агроєкосистеми. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тез. доп., (Ужгород, 25–30 травня 2009 р.). НАН України, Мін. освіти і науки України, Тов. мікробіологів України [та ін.]. Ужгород, 2009. С. 16.
126. Подоба Л. В. Лелопатична стимуляція асоціативної азотфіксації в ризоценозі ярого ячменю. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тез. доп., (Ужгород, 25–30 травня 2009 р.) НАН України, Мін. освіти і науки України, Тов. мікробіологів України [та ін.]. Ужгород, 2009. С. 334.
127. Кузовкина И. Н., Альтерман И. Е., Карандашев В. Е. Генетически трансформированные корни растений как модель изучения специфики метаболизма и симбиотических контактов корневой системы. Изв. РАН. Сер. биол. 2004. № 3. С. 310–318.
128. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Активність мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосфері пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтуру та регулятора росту Емістиму С. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених УНУС. Умань. УНУС. 2010. Ч.1. С. 17–18.
129. 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.
130. 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.

131. Алиев А. М., Ладонин С. М., Калинушкина Л. Ф. Многолетнее применение средств химизации. Химизация сельского хозяйства. 1992. №3. С. 89–93.
132. Уласович Е. І., Марченко С. М., Веселовский І. В., Скурятін М. О. Вплив різних доз метаклору на мікрофлору глибокого малогумусного чорнозему. Мікробіологічний журнал. 1997. Т. 39. № 1. С. 88–92.
133. Ямборко Н. А., Іутинська Г. О. Вплив фунгіцидів біологічного походження на мікробіоту ґрунту під озимою пшеницею, вирощуваною за різними агротехнологіями. Наукові записки. (Серія біологія). 2003. № 1. С. 54–58.
134. Бабак Н. М. О чувствительности азотобактера к некоторым антибиотикам и гербицидам. Микробиология. 1968. Т. 37. Вып. 2. С. 338–344.
135. Gadkari D. Influence of the herbicides stomp and arelon on N₂ – fixation and nitrification. Zbl. Microbiol. 1987. V. 142. № 4. P. 283–291.
136. Лисенко С. В., Джам О. В. Гербициды в посевах ярого ячменю. Захист рослин. 1996. № 2. С. 6–7.
137. Самсонова А. С., Смолякова М. Г. Влияние симазина на микрофлору торфяной почвы. Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Минск. 1983. С. 23–24.
138. Кешелава Р. Ф. Влияние симазина и карагарда на биологическую активность почвы. Защита и карантин растений. 2000. № 9. С. 49.
139. Власов В. Г. Результаты экологического испытания сорговых. Кормопроизводство: Научно-производственный журнал. М.: ООО «Кормопроизводство». ISSN 0235-2540. 2005. №1. С. 23.
140. Дранищев Н.И., Барановский А.В., Тимошин Н.Н. Агроэкологические аспекты возделывания сорго в засушливых условиях Луганской области. Вісник ЛНПУ ім. Тараса Шевченка: Біологічні науки. 2008. №14 (153). С. 43–47.
141. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-західного Лісостепу

україни. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 21. 2014. С. 240–244.

142. Гунчак Т. І. Вплив строків сівби та заходів догляду за посівами на продуктивність сорго цукрового в умовах Південно-західного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. С. 46–52.

143. Кулик М., Крайсвітній П., Рій О. та ін. Вплив погодних умов на урожайність сорго цукрового залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. К.: ЗАТ «Віпол», 2011. Вип. 12. С. 34–38.

144. О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко. Перспективи вирощування кукурудзи та сорго. Хімія, агрономія, сервіс. 2011. № 12. С. 39–41.

145. Заварзин А. И., Кулева Н. Н. Гербициды для сорго. Кукуруза и сорго. 1992. № 1. С. 24–25.

146. Філонік І. О., Хромих Н. О, Суханова І. М., Садовська О. Ф. Вплив залишкових кількостей гербіцидів у зерні кукурудзи на адаптивний потенціал насіння. Екологія кризових регіонів України. Тези міжн. конф. д. РВВ. ДНУ. 2001. С. 99.

147. Пигорев И. Я., Горбунов П. А. Засоренность посевов сахарного сорго в зависимости от технологии возделывания. Вестник Курской государственной сельскохозазейственной академии. 2009. № 5. С. 62–65.

148. Кадамилев М. М., Мусаев, И. А., Магомедов Ш. М. Влияние гербицидов на засоренность и урожай сахарного сорго. Агрехимический вестник. № 6. 2008. С. 37–38.

149. Марчук О. О. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування: автореф. дис. ... канд. наук: спец. 06.01.09 – Рослинництво. Київ, 2015. 20 с.

150. Чернелівська О. О., Деркач В. С. Вплив системи захисту від бур'янів на урожайність та вихід біопалива із сорго цукрового. Біоенергетика. 2014. № 1. С. 21–22.

151. Черній В. П. Урожайність проса за умов біологізації його вирощування у Правобезжному Лісостепу України. Вісник ЖНАЕУ. №2 (50). Т. 1. 2015. С. 458–464.
152. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності сумісних посівів кукурудзи і сорго цукрового залежно від заходів захисту рослин від бур'янів. Агробіологія. № 1. 2016 С. 28–36.
153. Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. Агробіологія. № 2. 2017. С 45–54.
154. Костюк А. В., Лукачева Н. Г. Эффективность гербицидов листового действия в посевах кукурузы на зерно. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. 48 (4). 20–26.
155. Гаврилюк Ю. В. Кириченко А. С. Збірник статей учасників двадцять третьої Всеукраїнської практично-пізнавальної конференції "Наукова думка сучасності і майбутнього". (25–31 жовтня 2018 р.). Дніпро. 2018. С. 61–62.
156. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів; за ред. В. П. Карпенка. Умань. Видавець „Сочінський”. 2016. 357 с.
157. Пономаренко С. П., Стефановская Т. Р., Медков А. И., Каприй М. М. Биорегуляторы развития растений при выращивании биотопливных культур. Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 17-й Международной научной конференции, 18–19 мая 2017 года. Минск. Ч. 2. 2017. С. 40–42.
158. Горбаченко Н. І. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні сорго цукрового в умовах полісся. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. № 18. С. 39–50.
159. Коваленко О. А., Чернова А. В. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрив на формування висоти рослин сортів і гібридів сорго цукрового в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. № 101. 2018. С. 54–62.

160. Щуклина О. А. Сравнительная продуктивность сорговых культур и кукурузы в условиях Правобережья Средневолжского региона при обработке семян и растений биологически активными препаратами: автореф. дис. ... канд. наук: спец. 06.01.09 – Растениводство. Москва. 2009. 16 с.
161. Архипова Н. О. Эффективность применения предпосевной обработки семян стимуляторами роста и микроэлементами в составе вермикомпоста при возделывании кукурузы на силос в условиях Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. наук: спец. 06.01.09 – Растениводство. Оренбург. 2004. 24 с.
162. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва: Ч. 2. К.: Аграрна освіта. 2010. 405 с.
163. Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України; за ред. В. М. Ліпінського. К.: Раєвського. 2003. 345 с.
164. Господаренко Г. М. Агрохімія. К.: ННЦ "ІАЕ". 2010. 400 с.
165. Геркіял О. М. Вміст гумусу і кислотність ґрунту у сівозмінах з сорокарічним застосуванням різних систем і норм добрив. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. 2005. Вип. 61. С. 28–36.
166. Бушулян О. В., Белоусов А. О., Вареник Б. Ф. та ін. Каталог сортів та гібридів. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС). Одеса. 2017. 186 с.
167. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Спец. випуск журн. «Пропозиція». К. : Юнівест медія, 2016. 447 с. – (погоджено з Департаментом екологічної безпеки Міністерства охорони навколишнього природного середовища України).
168. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. К. : Наукова думка. 1976. 334 с.
169. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука. 1972. 273 с.
170. Рогожин В. В. Практикум по биологической химии. СПб.: Издательство «Лань». 2006. С. 132–134; 136–138.

171. Habig W. H., Pabst M. J., Jacoby W. B. Glutathione-S-transferases. The first enzymes step mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.* 1974. Vol. 249. Issue 22. P. 7130–7139.
172. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
173. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів // *Мат. Всеукр. конф. молодих вчених. Умань, 2008.* Ч. 1. С. 17–19.
174. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Наука. 1963. С. 5–36.
175. Алиева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А. [и др.]. Методы почвенной микробиологии и биохимии. под. ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1991. 304 с.
176. Возняковской Ю. М., Попова Ж. П., Герш Н. Б. [и др.]. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы: методические рекомендации. под ред. Ю. М. Возняковской. Ленинград. 1987. 47 с.
177. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. [та ін.]. Методики випробування і застосування пестицидів. за ред. С. О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. 448 с.
178. ДСТУ 4962 – 2008. Сорго: Технічні умови. Національний стандарт України. Офіц. вид. К. Держстандарт України, 2010. 8 с.
179. ГОСТ 10842-76. Методы определения качества зерновых и зернобобовых культур: Зерно. Методы определения массы 1000 зерен. Зерновые зернобобовые и масличные культуры. М.: Издательство стандартов. 1990. Ч. 2. С.7–9.
180. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Издательство стандартов. 1992. 8 с.
181. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.

182. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 350 с.
183. Коць С. Я., Моргун В. В., Патыка В. Ф. [и др.]. Биологическая фиксация азота. Бобово-ризобиальный симбиоз. Киев: Логос. 2011. Т. 2. 523 с.
184. Schauer N., Steinhauser D., Strelkov S. et al. GC-MS libraries for the rapid identification of metabolites in complex biological samples. FEBS Lett. 2005. 579, N 6. P. 1332–1337.
185. Кириллова Н. В. Изменение активности супероксиддисмутазы в каллусной культуре *Rauwolfia serpentina* Benth., выращенной в стандартных условиях и при температурном шоке. Прикл. биохимия и микробиология. – 2004. № 1. С. 89–93.
186. Мишина Г. Н., Талиева М. Н. Изучение особенностей окислительного метаболизма возбудителя мучнистой росы флокса при взаимоотношениях с растением-хозяином. Облигатный паразитизм, цитофизиологические аспекты. М.: Наука, 1991. С. 65–73.
187. Cramer G. R., Ergul A., Grimplet J. et al. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. Funct. Integr. Genomic. 2007. 7. P. 111–134.
188. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. К.: Логос, 2001. 240 с.
189. Паланиця М. П., Трач В. В., Мордерер С. Ю. Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності. Физиология и биохимия культурн. растений. 2009. №4. С. 328–334.
190. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту Біолан. Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань. 2013. Вип. 83. С. 19–25.
191. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан ферментної системи рослин соняшника за використання гербіциду Фюзилад Форте 150 і

- регулятора росту рослин Радостим. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 16–23.
192. Россихіна-Галича Г. Компоненти прооксидантно-антиоксидантної системи вегетативних органів рослин кукурудзи як показники їх реакції на дію гербіцидів. Вісник Львівського університету. Сер.: Біологічна. 2013. №. 62. С. 315–324.
193. Барабой В. А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов. Успехи современной биологии. 1991. Т. 11. Вып. 6. С. 923–932.
194. Карпенко В. П., Білоножко В. Я., Полторецький С. П. Фізіологічне обґрунтування механізмів зниження негативної дії гербіцидів на культурні рослини. Вісник Черкаського університету. Черкаси. 2012. Вип. № 2 (215). С.7–11.
195. Терек О., Решетило С, Величко О., Яворська Н. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у паростках сої під дією емістиму С в умовах токсичного впливу іонів свинцю та кадмію. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2004. Вип. 37. С. 218–221.
196. Рахматуллина С. Р., Федяев В. В., Талипов Р. Ф. и др. Влияние препарата рифтал на морфофизиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании. Агрехимия. 2007. № 5. С. 42–48.
197. Гришко В. М., Демура Т. А. Вплив регуляторів росту на стійкість проростків кукурудзи, розвиток процесів пероксидного окиснення ліпідів і вміст аскорбінової кислоти за сумісної дії кадмію і нікелю. Физиология и биохимия культурных растений. 2009. Т. 41. № 4. С. 335 – 343.
198. Вторинний оксидний стрес як елемент загальної адаптивної відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля. Н. Ю.Таран, О. А. Оканенко, Л. М.Бацманова [та ін.]. Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т. 36. № 1. С. 3 – 13.

199. Хромих Н. О. Зміни активності антиоксидантних ферментів у листках оброблених гербіцидами рослин амброзії полинолістої. *Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку*. К. : Логос, 2009. Т. 1. С. 73 – 77.
200. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов среды на растительный организм. *Современная физиология растений: от молекул до экосистем* Мат. Межд. конф. (Сыктывкар, 18–24 июня 2007 г.). Сыктывкар, 2007. Ч.2. С. 28–30.
201. Карпенко В.П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С. *Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. Умань, 2009. Вип. 72. Ч.1. С. 30–39.
202. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці. *Агробізнес сьогодні*. № 7. 2012. С. 24–26.
203. Колупаев Ю. Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). Харків: Харк. держ. аграрн. ун-т. 2001. 173 с.
204. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М., 2007. 139 с.
205. Scandalios J. G. Oxidative stress: Molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *J. G. Scandalios. Braz. J. Med. And Biol. Res.* 2005. 38. P. 995–1014.
206. 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.
207. 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*. Умань, 2013. Вип. 83. С. 19–25.
208. Андреева В. А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений. Москва. Наука. 1988. 128 с.

209. Михайлова М. П., Каманина Л. А. Влияние почвенного гербицида Тайфун на активность пероксидаз в растениях сои сорта Лидия. Новітні агротехнології: теорія та практика: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, 11 липня 2017 р.). Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вінниця: Нілан-ЛТД. 2016. С. 119–120.
210. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Активність ферментів антиоксидантних систем в рослинах пшениці ярої при застосуванні гербіциду лінтуру та стимулятора росту емістиму С. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. № 73. Ч 1. 2010. с. 24–29.
211. Андрианова Ю. Е., Тарчевський И. А. Хлорофил и продуктивность растений М.: Наука, 2000. 135 с.
212. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим. Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.
213. Романчук Л. Д., Зінченко О.В. Оцінка впливу регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, приживаність, морфологічні показники міскантусу гігантеусу. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. № 19 С. 47–51.
214. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О. Вміст та співвідношення пластидних зелених пігментів у листках рослин сорго цукрового залежно від впливу елементів живлення та гербіцидів. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. Випуск 20. 2014. С. 71–74.
215. Заболотний О. І., Леонтьук І. Б., Голодрига О. В., Заболотна А. В. Фотосинтетична продуктивність кукурудзи при застосуванні гербіциду Трофі 90. Вісник УНУС. 2014. № 2. С. 85–89.

216. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вміст хлорофілу в листках тритикале озимого при різних способах застосування гербіцидів Пріми і Пуми супер та біостимулятора Біолан. Вісник аграрної науки причорномор'я. 2011 №1 (58). С. 133–137.
217. Рубин А. Б. Венедиктов П. С., Кренделева Т. Е. [и др.]. Регуляція первичних стадій фотосинтеза при изменении физиологического состояния растений. Фотосинтез и продукционный процесс. М. 1989. С. 29–39.
218. 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. Зб. наук. пр. присвячений 100 річчю з дня народження С. С. Рубіна. Умань. УСГА. 2000. С. 142–147.
219. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Мезоструктурна організація листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011. №2 (24). – режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11.gzm.pdf.
220. Taiz Lincoln Plant physiology. Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger. Sinuaer Associates, Inc. Publishers. 2002. 674 p.
221. Грицаєнко З. М. Биологические процессы в растениях и почве при разных условиях применения гербицидов и разработка оптимальных приемов их использования в посевах сельскохозяйственных культур в зоне Центральной Лесостепи УССР: автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01. Кишинев, 1990. 20 с.
222. Карпенко В. П. Вплив сумісного застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру з біопрепаратом Агат–25К на формування надземної біомаси і площі листового апарату ячменю ярого. Матеріали I Міжн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології». ДНАУ. Донецьк: Вид-во «Вебер». 2009. С. 260–261.
223. Лихолат Ю. В., Кучма В. М., Семенко А. В., Антонечко Н. О. Зміни анатомічної будови листків основних дерноутворюючих трав в умовах

- промислового забруднення. Питання біоіндикації та екології. 2002. Вип. 7, №1. С. 3–9.
224. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Анатомічна будова рослин кукурудзи при дії Базису 75, Зеастимуліну і Рексоліну. Матеріали Міжнародної наукової конференції „Аграрна наука і освіта ХХІ століття. Умань, УДАУ, 2006. С. 24–26.
225. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів. Мат. Всеукр. конф. молодих вчених. Умань, 2008. Ч. 1. С. 17–19.
226. Мусіяка В. К. Антимутагенна дія регулятора росту Емістиму в корневих меристемах гороху та пшениці. В. К. Мусіяка. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 34. №1 С. 45–51.
227. Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту рослин Біолану на анатомічну будову листкового апарату озимого тритикале. Фундаментальні та прикладні дослідження в біології: матеріали I Міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих учених (23-26 лютого 2009 р., м. Донецьк). Донецький національний університет. Донецьк : Вид-во „Вебер” (Донецька філія), 2009. С. 299–300.
228. Заболотний О. І. Анатомічна будова епідермісу листків кукурудзи при дії гербіциду МайсТер і регулятора росту Зеастимулін. Сучасна фітоморфологія: Матеріали 2-ї Міжнародної наукової конференції з морфології рослин (Львів, 14–16 травня 2013 р.). Львів, 2013. Т. 4. С. 373–376.
229. Леонтюк І. Б. Вплив гроділу і біостимуляторів росту на анатомічну структуру епідермісу листків пшениці озимої. Вісник Уманського ДАА. 2001. №1-2. С. 34-35.
230. Грицаєнко З. М., Івасюк Ю. І. Анатомічна будова рослин сої за інтегрованого застосування гербіциду із рістстимулювальними препаратами. Вісник Уманського національного університету садівництва, 2014. №2. С. 80–85.

231. Bachthaler G., Trischibeck G. Mutagene wirkung von Herbiciden bei Kulturfanzenkritische Wertung cles aktuellen Kenntnisstandes. Machhrichtenblat. 1979. V.31. №2. P. 22–27.
232. Щуклина О. А. Сравнительная продуктивность сорговых культур и кукурузы в условиях Правобережья Средневолжского региона при обработке семян и растений биологически активными препаратами: автореферат дисс.к. с.х. н.: спец. 06.01.09 – растениеводство. Москва, 2009. 17 с.
233. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності сумісних посівів кукурудзи і сорго цукрового залежно від заходів захисту рослин від бур'янів. Агробіологія. 2016. №1. С. 28-36.
234. Архипова Н. О. Эффективность применения предпосевной обработки семян стимуляторами роста и микроэлементами в составе вермикомпоста при возделывании кукурузы на силос в условиях Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. наук: спец. 06.01.09 – растениеводство. Оренбург. 2004. 24 с.
235. Мережинський Ю. Г., Митрофанов Б. А., Іванищев В. Н. Интенсивность фотосинтеза в зависимости от уровня поступления и накопления гербицидов в растениях. Физиология и биохимия культурных растений. 1975. Т. 7. Вып. 4. С. 673–678.
236. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Анатомічна структура епідермісу листового апарату гречки за дії біологічних препаратів. Вісник Уманського НУС. 2014. № 1. С. 65–68.
237. Білоножко В. Я., Карпенко В. П., Полторецкий С. П., Притуляк Р. М. Агроекологічне обґрунтування роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах ячменю ярого. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2012. С 308–310.
238. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту Біолану на ростові процеси озимого тритикале. Таврійський науковий вісник:

Збірник наукових праць ХДАУ. Херсон: Айлант. 2007. Вип. 52. Ч. 2. С. 16–21.

239. Жеребко В. М. Значення хімічного методу в інтегрованому захисті посівів сільськогосподарських культур від бур'янів. Вчені вищої школи України – селу. Уманський ДАУ. Умань, 2006. С. 126–131.

240. Левченко Т. М. Вересенко О. М. Брухаль Ф. Й. Вплив гербіцидів на формування вегетативної маси і насінневої продуктивності люпину. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 1 (71), лют. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10021>.

241. Маханькова Т. А., Кириленко Е. И., Редюк С. И. Новый гербицид Мастер для прополки кукурузы. Защита и карантин растений. 2010. №2. С 38.

242. Величко Л. Н. Вплив Емістиму С і Капаніну на окремі фізіологічні процеси і продуктивність кукурудзи. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ, 2001. С. 27–30.

243. 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 29–31.

244. Гойсюк С. О. Фотосинтетична продуктивність озимого ріпаку в умовах південної частини Західного Лісостепу України. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Умань, 2003. Вип. 56. С. 37–43.

245. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів Пріми та Пуми супер, внесених без і сумісно з регулятором росту рослин Біоланом, на чисту продуктивність фотосинтезу посівів озимого тритикале. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. Миколаїв. НУК, 2008. Т. II С. 10–13.

246. Величко Л. Н. Вплив передпосівної обробки насіння біостимуляторами росту на окремі фізіологічні процеси і урожайність сої. Біологічні науки і проблеми рослинництва. Зб. наук. праць Уманського ДАУ, 2003. С. 54–57.

247. Caulfield F., Bunce J. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. *Canad. J. Plant Sc.* 1988. Т. 68. № 2. Р. 419–425.
248. Макаров Л. Х. Соргові культури. УААН. Інститут землеробства південного регіону. Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
249. Чернядьев И. И. Фотосинтез и цитокинины. *Прикл. биохимия и микробиология.* 1993. 29, № 5. С. 644 – 673.
250. Кочубей С. М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений. К.: Альтерпрес, 2001. – 204 с.
251. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. та ін. Основи біологізації в технологіях вирощування сої : монографія за ред. В. П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 146 с.
252. Муляр М. М. Залежність фотосинтезу від елементів сортової агротехніки кукурудзи. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ.* Умань, 2004. Вип. 58. С. 50–55.
253. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал Біо Vita. *Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених, м. Умань. 15–16 травня.* Умань, 2018. С. 43–44.
254. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* Умань. 2018. №93. С. 23–32.
255. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* Умань. 2018. №2. С. 68–73.
256. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомио-морфологічні зміни листової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* Умань. 2018. №94. С. 264–274.

257. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 6 (76), гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>>. Дата доступу: 29 січ. 2019.
258. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу у рослинах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. XIV Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології», присвячена 185-й річниці від дня народження Б. Дибовського. Львів. 10–12 квітня 2018. С. 310–311.
259. Карпенко В. П., Шутко С. С. Фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання». Ternopil bioscience. 19–21 квітня 2018. Тернопіль. 2018. С. 104–107.
260. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність каталази в листках соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні шляхи розвитку наукових знань». Київ. 26–27 січня 2019 року (частина I). Київ. 2019. С. 53–55.
261. Грицаєнко З. М., Оратівська С. А. Активність ризосферної мікробіоти за дії гербіциду та біологічних препаратів у посівах гороху. Вісник Уманського НУС. Умань. №1. 2015. С. 27–32.
262. Патики В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія; за ред. В. П. Патики. К.: Основа. 2005. 300 с.
263. Грицаєнко З. М., Прудивус Л. А. Вплив гербіциду Лонтрел Гранд і біологічних препаратів за різних способів застосування на чисельність фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів у ризосфері ріпаку ярого. Зб. наук.

праць Уманського НУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві». Умань. 2011. С. 98–102.

264. Грицаєнко З. М., Голодрига О. В. Вплив гербіцидів і Емістиму С на мікробіологічну активність ґрунту у посівах сої в умовах Лісостепу України.

Зб. наук. праць Уманського НУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві». Умань. 2011. С. 103–107.

265. Грицаєнко З. М., Волошина Л. Г. Розвиток ризосферної мікробіоти рослин пшениці озимої за дії гербіциду Ланцелот і регуляторів росту Біолан та Радостим. Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених Уманського НУС. 2013. Ч. 1. С.32–33.

266. Патики В. П., Омелянець Т. Г., Гриник І. В., Петриченко В. Ф. Екологія мікроорганізмів; за ред. В. П. Патики. Київ: Основа. 2007. 192 с.

267. Підан Л. Ф. Мікробіологічна активність ризосфери соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. №7. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13

268. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери тритикале озимого за дії гербіцидів і регулятора росту рослин. Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства. Умань, 2010. С. 15–17.

269. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Чисельність ризосферних бактерій ячменю ярого за дії гербіциду і рістрегуляторів. Агробіологія: Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. Біла церква, 2012. Вип. 7 (91). С. 49–52.

270. Притуляк Р. М., Карпенко В. П. Розвиток еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери тритикале озимого за дії гербіциду і мікробіологічного препарату. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, приуроченої 140-й річниці від дня народження видатного вченого плодовода П. Г. Шитта. Умань. 2015. С. 37–38.

271. Симочко Л. Ю., Симочко В. В., Бігарій І. Й. Спрямованість мікробних процесів у ґрунті агробіоценозів при застосуванні різних агрозаходів. *Наук. Вісник Ужгородського ун-ту (Сер. Біологія)* 2010. №28. С. 47–51.
272. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Залежність розвитку окремих еколого–трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого від дії гербіцидів і регулятора росту рослин. *Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України*. 2012. №2. С. 78–82.
273. Шерстобоева О. В., Чабанюк Л. В., Калинич О. М. [та ін.]. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції. *Агроекологічний журнал*. 2011. №2. С. 78–80.
274. 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 НПУ ім. Володимира Гнатюка*. 2014. №3 (60). С. 83–87.
275. Бровко І. С. Функціонування мікробіоти ґрунту за дії гербіцидів: автореф. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.16 – екологія. Ін-т агроекології і природокористування. Київ, 2017. 20 с.
276. 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.
277. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. *Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки»*. Львів. 28 жовтня. 2018 р. С. 71–72.
278. Карпенко В. П., Шутко С. С. Залежність чисельності ризосферної мікробіоти соризу від дії біологічно активних речовин. *Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві»*, присвяченої 100-річчю з дня

заснування Національної академії аграрних наук України. Чернігів. 24–25 жовтня 2018 року. Чернігів. 2018. С. 47–49.

279. Коломиец Н. Я. Интенсивность начального роста сорго – важный селекционный признак. Селекция и семеноводство. Москва. 2003. №2. С. 25–27.

280. Паламар І. Т., Полянська І. Г. Місце адвентивних рослин в флористичних комплексах агроценозів Прут-Дністровського Межиріччя. Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеса, 2004. Вип. 26. С. 67–72.

281. Lotzl A.P., Vander Weide R.Y., Hozeman G.H., Zoosltnl T.A. Weed management and policies: From prevention and precision technology to certification of individual faring. Proc. 12 th EWPS Simposium Wageningen (The Netherlands). 2002. P. 2–3.

282. Овчинникова М.Ф. Химия гербицидов в почве. М.: Изд-во МГУ, 1987. 109 с.

283. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Кваша Н. Л. Ефективність сумісного застосування гербіцидів і біостимуляторів росту в посівах кукурудзи. Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур : Зб. наук. пр. Уманської ДАА. Умань, 2001. Вип. 51. С. 27–29.

284. Притуляк Р. М. Біологічні особливості застосування гербіцидів і регулятора росту рослин на посівах тритикале озимого в умовах Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.12. Уманський національний університет садівництва. Умань, 2009. 20 с.

285. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Забур'яненість посівів пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал біо віта. Подільський вісник. 2018. №29. С. 25–32

286. Карпець А. Досвід виробників: Гроділ Ультра – оптимальний вибір для захисту пивоварного ячменю. Пропозиція. 2004. №5. С. 50.

287. Clay S. A., Thill D. C., Cochran V. L. Response of spring barley (*Hordeum vulgare*) to herbicides. *Weed Technol.* 1988. V. 2. №1. P. 68–71.
288. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів різних хімічних класів і регулятора росту рослин на врожайність та якість зерна тритикале озимого. *Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві*. Умань, 2011. С. 248–252.
289. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 14–22.
290. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань. 2016. 11 с.
291. Тихонов Н. И. Гранстар в посевах пивоваренного ячменя. *Защита и карантин растений*. 2007. №10. С. 27.
292. Сорока С. В., Сорока Л. И. Гербициды на озимых зерновых в Белоруссии. *Защита и карантин растений*. 2006. №2. С. 38.
293. Гануев В. В., Рябчинский А. В., Злотников А. К. [и др.]. Альбит в качестве антидота при использовании с гербицидами. *Защита и карантин растений*. 2007. №7. С. 25–27.
294. Макаров Л. Х., Снитіна С. М., Скорий М. В., Шукайло С. П. Технологія вирощування соризу як попередника під пшеницю озиму. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 54. С. 130–136. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2010_54_21.
295. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Сориз (технологія, селекція, насінництво, переробка) : монографія. УААН, Ін-т земл-ва півд. регіону. Херсон. Айлант. 2009. 223 с.
296. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. та ін. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.

297. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современной земледелии. Защита и карантин растений. 2008. №4. С. 30–32.
298. Пригуляк Р. М. Економічна ефективність застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах тритикале озимого. Тези наукової конференції Умань. 2011. Ч. 1. С. 95.
299. Сорока С. В., Сорока Л. И. Гербициды на озимых зерновых в Белоруссии. Защита и карантин растений. 2006. №2. С. 38.
300. Анішин Л., Анішин С. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. Новини захисту рослин. 1999. №9. С. 29–30.
301. Задорожний В. С., Мовчан І. В. Особливості контролю забур'яненості у посівах кукурудзи в післясходовий період. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 80. С. 121–126.
302. Думич В. В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування ярих зернових культур. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. 22 (36). С. 231–236.
303. Карпенко В. П., Шутко С. С., Полторецький С. П. та ін. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Сочінський М. М.». 2017. 112 с.
304. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Шутко С. С. та ін. Біологізована технологія вирощування просоподібних злаків (просо посівне, сорго зернове, сориз): рекомендації виробництву.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Візаві», 2016. 24 с.
305. Карпенко В. П., Шутко С. С. Урожайність соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та рістрегулятора Регоплант. Матеріали Всеукраїнської Науково-практичної конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив». Умань. 29 березня 2017 року. С. 18–19.

Додатки

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кущіння, 2017)

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.	Поліфенолокси- даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	97,8	112,2	26,3
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	103,4	115,3	28,1
Пік 75 WG 10 г/га	123,2	131,5	30,5
Пік 75 WG 15 г/га	129,8	139,1	32,3
Пік 75 WG 20 г/га	133,3	141,4	33,5
Пік 75 WG 25 г/га	126,0	134,0	34,6
Регоплант 50 мл/га	111,6	117,0	27,5
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	128,7	138,0	32,5
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	133,6	145,9	34,0
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	139,3	149,6	36,8
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	130,0	137,5	37,2
Регоплант 250мл/т (фон)	101,3	113,6	26,9
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	125,2	133,9	31,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	130,9	142,7	33,1
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	135,4	146,5	34,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	126,6	134,7	35,7
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	133,1	140,9	33,6
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	139,6	149,0	37,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	145,3	155,8	38,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	137,4	152,7	30,1
Фон + Регоплант 50 мг/га	113,3	119,7	28,6
<i>HIP₀₅</i>	<i>6,1</i>	<i>7,3</i>	<i>1,8</i>

Таблиця А.2

Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (фаза кущіння, 2018)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного Н ₂ О ₂ /г сирії речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирії речовини за 1 хв.	Поліфенолокси- даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирії речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	121,3	139,7	30,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	128,2	143,6	32,2
Пік 75 WG 10 г/га	152,7	163,7	35,0
Пік 75 WG 15 г/га	160,9	173,2	37,0
Пік 75 WG 20 г/га	165,3	176,0	38,4
Пік 75 WG 25 г/га	156,1	166,7	39,6
Регоплант 50 мл/га	138,4	145,7	31,5
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	159,6	171,8	37,3
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	165,6	181,6	38,9
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	172,7	186,3	42,1
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	161,1	171,2	42,6
Регоплант 250 мл/т (фон)	125,5	141,5	30,8
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	155,2	166,6	36,4
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	162,3	177,6	38,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	167,8	182,3	39,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	157,0	167,7	40,9
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	164,9	175,4	39,6
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	173,0	185,4	43,8
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	180,2	193,9	45,3
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	170,3	190,0	35,6
Фон + Регоплант 50 мг/га	140,4	148,9	32,8
<i>НІР₀₅</i>	7,9	9,0	2,0

Таблиця А.3

**Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії
різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант
(фаза викидання волоті, 2017 р.)**

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенолокси- даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	101,3	107,4	23,4
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	96,1	119,1	26,2
Пік 75 WG 10 г/га	106,7	130,3	27,5
Пік 75 WG 15 г/га	113,8	135,9	29,0
Пік 75 WG 20 г/га	118,5	141,9	30,1
Пік 75 WG 25 г/га	111,5	131,6	29,5
Регоплант 50 мл/га	85,7	112,2	25,4
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	110,6	125,2	30,0
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	120,2	133,0	32,1
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	124,8	137,5	34,3
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	114,1	123,6	30,9
Регоплант 250 мл/т (фон)	77,6	106,9	24,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	109,5	132,4	28,2
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	115,8	139,5	29,5
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	120,9	144,6	32,0
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	112,4	129,1	29,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	113,9	117,2	31,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	124,0	127,1	34,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	128,0	132,5	35,7
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	116,2	118,8	28,7
Фон + Регоплант 50 мг/га	87,7	110,2	25,9
<i>HIP₀₅</i>	5,4	7,5	2,5

Таблиця А.4

**Активність ферментів класу оксидоредуктаз у листках соризу за дії
різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант
(фаза викидання волоті, 2018 р.)**

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенолокси- даза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	133,2	128,8	28,9
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	126,4	143,0	32,4
Пік 75 WG 10 г/га	140,4	156,4	34,0
Пік 75 WG 15 г/га	149,7	163,1	35,7
Пік 75 WG 20 г/га	155,8	170,3	37,1
Пік 75 WG 25 г/га	146,7	157,9	36,4
Регоплант 50 мл/га	112,8	134,6	31,3
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	145,4	150,3	37,0
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	158,1	159,6	39,6
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	164,2	165,0	42,3
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	150,0	148,3	38,2
Регоплант 250 мл/г (фон)	102,1	128,3	29,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	144,0	158,9	34,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	152,3	167,4	36,4
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	159,0	173,5	39,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	147,9	154,9	35,7
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	149,8	140,7	39,2
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	163,1	152,5	42,0
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	168,3	159,0	44,1
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	152,8	142,6	35,4
Фон + Регоплант 50 мг/га	115,3	132,2	32,0
<i>HIP₀₅</i>	6,8	9,2	2,7

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, 2017 р.

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	K _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	280	67,9	17,3	1175	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	236	86,5	18,6	1609	0,84
Пік 75 WG 10 г/га	259	81,1	16,9	1371	0,93
Пік 75 WG 15 г/га	261	84,2	16,6	1398	0,93
Пік 75 WG 20 г/га	255	82,8	17,8	1474	0,91
Пік 75 WG 25 г/га	262	79,1	16,7	1321	0,94
Регоплант 50 мл/га	275	73,2	17,2	1259	0,98
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	246	81,1	16,5	1338	0,88
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	245	80,0	18,6	1488	0,88
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	242	85,7	18,9	1620	0,86
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	252	80,7	16,5	1332	0,90
Регоплант 250 мл/т (фон)	279	73,4	16,3	1196	1,00
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	257	77,8	16,8	1307	0,92
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	254	74,5	19,6	1460	0,91
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	238	79,9	18,9	1510	0,85
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	250	78,5	18,7	1468	0,89
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	247	80,8	18,7	1511	0,88
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	239	82,9	20,3	1683	0,85
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	233	83,4	20,5	1710	0,83
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	249	92,8	17,3	1605	0,89
Фон + Регоплант 50 мг/га	278	75,0	18,2	1365	0,99
<i>HIP₀₅</i>	9,6	4,0	0,9	67,1	

Таблиця Б.2

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, 2018 р.

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	К _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	310	66,3	13,7	908	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	288	74,5	15,0	1118	0,93
Пік 75 WG 10 г/га	307	64,1	13,7	878	0,99
Пік 75 WG 15 г/га	295	64,3	14,3	919	0,95
Пік 75 WG 20 г/га	280	71,3	13,7	977	0,90
Пік 75 WG 25 г/га	304	60,8	13,7	833	0,98
Регоплант 50 мл/га	309	60,3	13,9	838	1,00
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	280	65,9	13,7	903	0,90
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	271	66,4	15,5	1029	0,87
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	270	66,6	15,2	1012	0,87
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	264	63,7	14,1	898	0,85
Регоплант 250 мл/т (фон)	306	59,2	14,1	835	0,98
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	280	64,5	14,2	916	0,90
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	242	63,1	15,8	997	0,78
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	261	62,6	15,8	989	0,84
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	257	60,5	15,2	920	0,83
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	282	66,1	15,0	992	0,91
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	269	63,7	15,9	1013	0,87
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	254	65,9	15,8	1041	0,82
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	269	70,7	14,0	990	0,87
Фон + Регоплант 50 мг/га	303	58,7	14,0	822	0,98
<i>HIP₀₅</i>	7,9	4,3	0,9	64,2	

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (г/рослину, 2017 р.)

Варіант досліджу	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	МОЛОЧНО- ВОСКОВОЇ СТИГЛОСТІ
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	39,0	127,1	164,0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	44,1	162,9	203,4
Пік 75 WG 10 г/га	38,7	150,2	189,4
Пік 75 WG 15 г/га	42,5	154,5	201,5
Пік 75 WG 20 г/га	43,3	155,4	218,3
Пік 75 WG 25 г/га	38,4	152,2	209,8
Регоплант 50 мл/га	39,8	134,5	187,8
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	43,1	157,4	216,8
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,5	158,2	227,8
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	45,4	159,1	249,9
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	41,9	154,9	217,4
Регоплант 250 мл/т (фон)	39,9	143,3	168,2
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	41,1	149,5	213,9
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	42,3	151,7	223,5
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	43,0	154,7	243,4
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	39,4	150,2	236,2
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,5	154,2	223,1
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	43,9	159,1	240,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	47,3	162,0	264,7
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,3	158,7	239,6
Фон + Регоплант 50 мг/га	40,6	134,8	171,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>2,1</i>	<i>25,1</i>	<i>53,1</i>

Таблиця В.2

Формування надземної біомаси рослин соризу залежно від дії різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант (г/рослину, 2018 р.)

Варіант досліджу	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	МОЛОЧНО-ВОСКОВОЇ СТИГЛОСТІ
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	39,8	141,8	192,6
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	47,6	172,6	249,3
Пік 75 WG 10 г/га	41,4	165,7	224,4
Пік 75 WG 15 г/га	45,0	171,2	240,8
Пік 75 WG 20 г/га	47,2	174,8	247,6
Пік 75 WG 25 г/га	42,2	170,8	238,7
Регоплант 50 мл/га	41,7	146,9	196,9
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	44,3	169,3	231,8
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	46,3	176,0	249,0
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	47,9	179,7	258,9
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	42,3	171,9	237,3
Регоплант 250 мл/т (фон)	42,2	161,7	189,7
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	45,2	169,0	227,3
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	46,1	173,0	242,8
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	47,4	176,9	256,0
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	43,4	165,9	223,6
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	46,5	170,2	235,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	46,9	178,3	256,9
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	48,7	184,1	259,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	45,2	172,7	246,3
Фон + Регоплант 50 мг/га	44,2	147,3	199,2
<i>HIP₀₅</i>	2,3	27,7	58,5

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 10 добу після
внесення препаратів, 2016 р.

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1567	100	244	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1612	103	263	108
Пік 75 WG 10 г/га	1619	103	269	110
Пік 75 WG 15 г/га	1591	102	273	112
Пік 75 WG 20 г/га	1563	100	282	116
Пік 75 WG 25 г/га	1467	94	275	113
Регоплант 50 мл/га	1701	109	316	130
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1723	110	303	124
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1682	107	328	134
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1667	106	333	136
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1503	96	279	114
Регоплант 250 мл/т (фон)	1656	106	354	145
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1669	107	286	117
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1621	103	306	125
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1645	105	334	137
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1593	102	327	134
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	1703	109	361	148
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1776	113	389	159
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1850	118	367	150
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1694	108	319	131
Фон + Регоплант 50 мг/га	1858	119	344	141
<i>НІР₀₅</i>	<i>41</i>		<i>22</i>	

Таблиця Д.2

**Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 10 добу після
внесення препаратів, 2017 р.**

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1663	100	248	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1678	101	273	110
Пік 75 WG 10 г/га	1685	101	279	113
Пік 75 WG 15 г/га	1655	100	285	115
Пік 75 WG 20 г/га	1627	98	294	119
Пік 75 WG 25 г/га	1527	92	287	116
Регоплант 50 мл/га	1771	106	328	132
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1793	108	315	127
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1750	105	342	138
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1735	104	347	140
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1565	94	291	117
Регоплант 250 мл/т (фон)	1724	104	368	148
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1737	104	298	120
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1687	101	318	128
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1713	103	348	140
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1657	100	341	138
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	1773	107	375	151
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1848	111	405	163
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1926	116	381	154
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1764	106	333	134
Фон + Регоплант 50 мг/га	1934	116	358	144
<i>HIP₀₅</i>	57		36	

Таблиця Д.3

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 10 добу після внесення препаратів, 2018 р.

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1858	100	291	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1990	107	301	103
Пік 75 WG 10 г/га	1949	105	316	109
Пік 75 WG 15 г/га	1770	95	345	119
Пік 75 WG 20 г/га	1739	94	330	113
Пік 75 WG 25 г/га	1767	95	356	122
Регоплант 50 мл/га	2204	119	361	124
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1917	103	375	129
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1923	103	404	139
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2058	111	382	131
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1765	95	336	115
Регоплант 250 мл/т (фон)	1945	105	448	154
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	2111	114	361	124
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	2050	110	348	120
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1829	98	434	149
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	2063	111	424	146
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	2155	116	401	138
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1974	106	481	165
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2170	117	440	151
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	2197	118	356	122
Фон + Регоплант 50 мг/га	1858	100	291	100
<i>HIP₀₅</i>	<i>61</i>		<i>39</i>	

Таблиця Д.4

Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 20 добу після внесення препаратів, 2016 р.

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1685	100	314	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1695	101	355	113
Пік 75 WG 10 г/га	1746	104	377	120
Пік 75 WG 15 г/га	1697	101	391	125
Пік 75 WG 20 г/га	1684	100	389	124
Пік 75 WG 25 г/га	1545	92	365	116
Регоплант 50 мл/га	1758	104	359	114
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1809	107	399	127
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1792	106	405	129
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1679	100	467	149
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1628	97	433	138
Регоплант 250 мл/т (фон)	1692	100	538	171
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1773	105	456	145
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1762	105	459	146
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1768	105	406	129
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1709	101	398	127
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1760	104	506	161
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1769	105	517	165
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1837	109	549	175
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1786	106	491	156
Фон + Регоплант 50 мг/га	1806	107	515	164
<i>HIP₀₅</i>	65		24	

Таблиця Д.5

**Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 20 добу після
внесення препаратів, 2017 р.**

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1723	100	348	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1849	107	393	113
Пік 75 WG 10 г/га	1832	106	425	122
Пік 75 WG 15 г/га	1913	111	449	129
Пік 75 WG 20 г/га	1776	103	421	121
Пік 75 WG 25 г/га	1631	95	429	123
Регоплант 50 мл/га	1982	115	421	121
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	1999	116	445	128
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1886	109	427	123
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	1825	106	537	154
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1730	100	509	146
Регоплант 250 мл/т (фон)	1758	102	582	167
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	1855	108	514	148
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	1852	107	539	155
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	1938	112	458	132
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1730	101	432	124
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	1928	112	570	164
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	1943	113	571	164
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2013	117	595	171
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1840	107	531	153
Фон + Регоплант 50 мг/га	1944	113	557	160
<i>HIP₀₅</i>	73		24	

Таблиця Д.6

**Загальна чисельність мікробіоти у ризосфері соризу на 20 добу після
внесення препаратів, 2018 р.**

Варіант досліджу	Бактерії		Мікроміцети	
	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I	тис. КУО в 1 г грунту	% до контролю I
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1908	100	391	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1931	101	464	119
Пік 75 WG 10 г/га	2056	108	449	115
Пік 75 WG 15 г/га	2129	112	522	134
Пік 75 WG 20 г/га	1937	102	441	113
Пік 75 WG 25 г/га	1921	101	505	129
Регоплант 50 мл/га	2152	113	483	124
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	2303	121	524	134
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	2280	119	503	129
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2226	117	622	159
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	2150	113	585	150
Регоплант 250 мл/т (фон)	2037	107	662	169
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	2033	107	530	136
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	2077	109	604	154
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	2297	120	483	124
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	1886	98	490	125
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	2009	105	619	158
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	2357	124	592	151
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	2387	125	674	172
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	1975	104	556	142
Фон + Регоплант 50 мг/га	2100	110	632	162
<i>HIP₀₅</i>	96		25	

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (10 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2016 р.)

Варіант досліджу	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	107,8	10,5	42
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	144,6	14,3	43
Пік 75 WG 10 г/га	134,8	18,3	39
Пік 75 WG 15 г/га	131,5	16,3	33
Пік 75 WG 20 г/га	123,7	12,2	30
Пік 75 WG 25 г/га	119,8	10,7	29
Регоплант 50 мл/га	132,2	12,3	43
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	169,0	19,8	38
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	151,9	19,1	40
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	155,0	14,7	42
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	122,5	11,9	36
Регоплант 250 мл/т (фон)	112,2	11,7	45
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	150,6	19,0	41
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	136,8	16,5	44
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	130,8	13,8	43
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	127,1	11,5	37
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	178,4	23,1	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	165,2	22,5	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	163,6	18,8	44
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	152,0	14,8	45
Фон + Регоплант 50 мг/га	136,9	12,8	47
<i>НІР</i> ₀₅	7,0	0,8	1

Таблиця Е.2

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (10 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2017 р.)

Варіант досліджу	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	112,4	11,2	44
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	152,2	15,4	47
Пік 75 WG 10 г/га	152,4	18,5	43
Пік 75 WG 15 г/га	148,6	15,7	37
Пік 75 WG 20 г/га	131,9	12,9	34
Пік 75 WG 25 г/га	129,1	11,2	33
Регоплант 50 мл/га	144,8	12,3	47
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	187,2	20,3	42
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	170,7	19,9	44
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	174,8	14,1	48
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	144,3	12,3	40
Регоплант 250 мл/т (фон)	124,8	12,4	49
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	166,4	19,0	45
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	153,3	16,8	48
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	145,0	13,2	47
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	131,1	11,4	41
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	210,1	22,6	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	194,9	22,9	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	179,2	18,6	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	164,9	15,6	47
Фон + Регоплант 50 мг/га	154,3	13,5	50
<i>HIP₀₅</i>	8,0	0,6	1

Таблиця Е.3

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (10 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2018 р.)

Варіант досліджу	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	123,9	12,8	46
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	159,8	18,0	48
Пік 75 WG 10 г/га	152,3	21,1	41
Пік 75 WG 15 г/га	148,6	19,6	41
Пік 75 WG 20 г/га	156,6	16,0	38
Пік 75 WG 25 г/га	146,2	13,8	37
Регоплант 50 мл/га	140,6	15,6	48
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	188,9	25,3	49
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	189,5	22,5	42
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	164,9	17,7	45
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	141,5	14,5	47
Регоплант 250 мл/т (фон)	141,3	14,6	47
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	158,5	22,6	43
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	160,8	21,6	43
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	150,8	16,5	42
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	143,2	14,3	42
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	206,1	29,6	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	196,7	26,3	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	179,2	23,2	47
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	168,2	19,4	46
Фон + Регоплант 50 мг/га	145,6	16,3	47
<i>HIP</i> ₀₅	9,2	1,1	2

Таблиця Е.4

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (20 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2016 р.)

Варіант досліду	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	133,2	15,7	47
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	165,1	22,5	50
Пік 75 WG 10 г/га	193,4	29,3	50
Пік 75 WG 15 г/га	191,0	22,1	50
Пік 75 WG 20 г/га	178,0	20,6	48
Пік 75 WG 25 г/га	173,9	17,0	45
Регоплант 50 мл/га	178,6	17,9	50
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	209,0	29,4	50
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	204,4	28,7	50
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	214,9	21,8	50
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	186,7	18,6	47
Регоплант 250 мл/т (фон)	155,2	17,8	50
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	190,4	29,5	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	180,1	28,3	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	173,8	21,1	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	182,5	18,5	46
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	256,9	30,8	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	246,2	30,4	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	217,9	27,0	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	198,1	22,5	48
Фон + Регоплант 50 мг/га	185,5	20,0	50
<i>НІР</i> ₀₅	<i>11,3</i>	<i>1,3</i>	<i>2</i>

Таблиця Е.5

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (20 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2017р.)

Варіант досліду	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	140,5	17,0	49
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	166,3	23,3	50
Пік 75 WG 10 г/га	197,5	31,0	50
Пік 75 WG 15 г/га	197,5	25,0	50
Пік 75 WG 20 г/га	181,5	22,5	49
Пік 75 WG 25 г/га	183,9	18,5	46
Регоплант 50 мл/га	184,4	20,0	50
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	218,0	31,8	50
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	206,0	31,4	50
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	224,6	23,6	50
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	191,4	19,7	48
Регоплант 250 мл/т (фон)	162,2	18,4	50
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	191,7	29,8	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	188,1	29,6	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	187,2	23,5	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	183,1	18,7	47
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	268,0	34,0	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	256,6	32,8	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	215,9	29,5	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	207,0	23,8	49
Фон + Регоплант 50 мг/га	190,1	22,1	50
<i>НІР</i> ₀₅	9,8	1,9	2

Таблиця Е.6

Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та PPP Регоплант (20 доба після внесення препаратів, тис КУО/г ґрунту, 2018р.)

Варіант досліду	Мікроорганізми		
	амоніфікувальні	нітрифікувальні	<i>Azotobacter</i> – обросло грудочок ґрунту, шт.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	156,7	22,8	48
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	199,4	31,0	50
Пік 75 WG 10 г/га	220,3	37,5	50
Пік 75 WG 15 г/га	216,0	30,9	50
Пік 75 WG 20 г/га	213,5	28,0	50
Пік 75 WG 25 г/га	210,9	23,0	47
Регоплант 50 мл/га	212,9	25,1	50
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	254,3	42,6	50
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	240,4	40,1	50
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	248,0	31,4	50
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	213,5	25,9	49
Регоплант 250 мл/т (фон)	189,8	24,4	50
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	217,4	39,1	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	213,6	37,5	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	206,1	28,9	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	212,0	24,6	48
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	295,5	43,8	50
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	299,3	41,5	50
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	255,2	36,5	50
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	235,2	31,4	50
Фон + Регоплант 50 мг/га	217,9	29,3	50
<i>HIP</i> ₀₅	19,3	1,6	2

ДОДАТОК Є

Таблиця Є.1

**Маса 1000 зерен соризу сорту Титан залежно від застосування
різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, г**

Варіант досліду	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	27,5	28,8	29,2
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	31,2	33,3	34,0
Пік 75 WG 10 г/га	30,2	31,0	32,6
Пік 75 WG 15 г/га	31,9	32,2	33,3
Пік 75 WG 20 г/га	32,2	32,8	33,8
Пік 75 WG 25 г/га	30,0	31,5	33,0
Регоплант 50 мл/га	28,7	30,1	30,9
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	31,8	32,4	33,2
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	32,5	33,5	34,1
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	32,9	33,7	34,5
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	31,1	32,6	33,7
Регоплант 250 мл/т (фон)	28,0	29,4	30,0
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	30,6	31,5	32,8
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	32,1	32,4	33,7
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	32,7	33,1	34,0
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	30,4	31,6	33,1
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	32,2	33,0	34,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,0	33,5	34,6
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,2	34,3	34,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	32,5	33,1	34,3
Фон + Регоплант 50 мг/га	29,7	30,6	31,1
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,6</i>	<i>1,6</i>	<i>1,7</i>

Таблиця Є.2

Натура зерна соризу сорту Титан залежно від застосування різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, г/л

Варіант досліду	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	804,5	815,3	819,9
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	820,4	839,1	841,6
Пік 75 WG 10 г/га	814,7	821,2	832,4
Пік 75 WG 15 г/га	818,3	825,7	835,7
Пік 75 WG 20 г/га	820,9	830,6	839,9
Пік 75 WG 25 г/га	815,2	826,4	831,5
Регоплант 50 мл/га	814,1	818,9	824,5
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	822,6	827,5	835,9
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	829,3	828,8	839,0
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	825,5	835,3	842,2
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	819,4	831,5	837,5
Регоплант 250 мл/т (фон)	811,5	819,2	821,3
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	817,8	821,1	833,4
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	824,1	825,8	836,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	821,3	833,9	841,9
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	820,6	826,4	831,5
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	827,2	829,6	840,0
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	829,7	836,5	841,1
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	833,9	840,7	844,6
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	823,5	834,5	838,0
Фон + Регоплант 50 мг/га	816,3	822,3	826,7
<i>HIP₀₅</i>	4,3	6,3	7,1

Таблиця Є.3

**Вміст білка в зерні соризу сорту Титан залежно від застосування
різних норм гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант, %**

Варіант досліджу	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	11,1	12,0	12,2
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	12,0	13,1	13,3
Пік 75 WG 10 г/га	11,6	12,0	12,7
Пік 75 WG 15 г/га	11,9	12,6	12,9
Пік 75 WG 20 г/га	11,8	12,4	12,7
Пік 75 WG 25 г/га	11,4	12,1	12,4
Регоплант 50 мл/га	11,2	12,2	12,5
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	11,9	12,3	12,9
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	12,4	12,8	13,1
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	12,2	12,8	12,9
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	11,6	12,3	12,7
Регоплант 250 мл/т (фон)	11,2	12,0	12,3
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	11,6	12,2	12,5
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	12,1	12,3	12,9
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	11,9	12,5	12,8
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	11,5	12,1	12,5
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	12,0	12,4	12,9
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	12,5	13,0	13,2
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	12,2	12,7	13,1
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	11,8	12,3	12,5
Фон + Регоплант 50 мг/га	11,5	12,2	12,6
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>

ДОДАТОК Ж.1

«Затверджую»
 Голова ФГ "Бригадира П.С."
 _____ 1 Бригадир П.С.
 "12" 20 18 р.

«Затверджую»
 Ректор Уманського НУС
 _____ Непочатенко О.О.
 "4" грудня 20 18 р.

Акт

впровадження науково - дослідної роботи у виробництво
 " 5 " 12 20 18 р.

Аспірант кафедри біології Уманського НУС Шутко С.С. і голова ФГ "Бригадира П.С." Бригадир П. С. (с. Кам'яна Криниця, Ульяновського району Кіровоградської області) склали даний акт про те, що в ФГ "Бригадира П.С." виконувалось впровадження науково-обґрунтованих технологій боротьби з бур'янами в посівах соризу за результатами проведених досліджень.

Вид впровадження – площа соризу 9 га.

Економічний ефект – за використання гербіциду Пік 75 WG 20 г/га без регулятора росту рослин прибавка врожаю соризу склала 5,7 ц/га, додатковий прибуток з 1 га – 2970 грн; Пік 75 WG 20 г/га з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га + обробка насіння Регоплантом 250 мл/т прибавка врожаю складала 9,2 ц/га, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 4784 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення продуктивності посівів соризу, покращення якості зерна і зниження пестицидного навантаження на рослини і навколишнє середовище за рахунок комплексного використання гербіциду із регулятором росту рослин.

Аспірант кафедри біології



С. С. Шутко

ДОДАТОК Ж.2

«Затверджую»

«Затверджую»

Виконавчий директор ПП "АГРО ФОРТ" Процак О. В. Ректор Уманського НУС

" 30 " 12 20 18 р. " 30 " 12 20 18 р.

Акт

впровадження науково - дослідної роботи у виробництво

" 29 " 12 20 18 р.

Аспірант кафедри біології Уманського НУС Шутко С.С. і виконавчий директор ПП " АГРО ФОРТ " Процак О. В. (с. Мечиславка, Ульяновського району Кіровоградської області) склали даний акт про те, що в ПП " АГРО ФОРТ" виконувалось впровадження науково-обґрунтованих технологій боротьби з бур'янами в посівах соризу за результатами проведених досліджень.

Вид впровадження – площа соризу 11 га.

Економічний ефект – за використання гербіциду Пік 75 WG 20 г/га без регулятора росту рослин прибавка врожаю соризу склала 6,0 ц/га, додатковий прибуток з 1 га – 3154 грн; Пік 75 WG 20 г/га з регулятором росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га + обробка насіння Регоплантом 250 мл/т прибавка врожаю складала 9,7 ц/га, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 5072,3 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення продуктивності посівів соризу, покращення якості зерна і зниження пестицидного навантаження на рослини і навколишнє середовище за рахунок комплексного використання гербіциду із регулятором росту рослин.

Аспірант кафедри біології



С. С. Шутко

ДОДАТОК К

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Шутко С. С., Полторецький С. П. та ін. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Сочінський М. М.». 2017. 112 с.
2. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 93. С. 23–32.
3. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.
4. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 68–73.
5. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомо-морфологічні зміни листової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. № 94. С. 264–274.
6. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 6 (76), гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>. Дата доступу: 29 січ. 2019.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Шутко С. С. та ін. Біологізована технологія вирощування просоподібних злаків (просо посівне, сорго зернове, сориз): рекомендації виробництву.; за ред. В. П. Карпенка. Умань. «Візаві», 2016. 24 с.
8. Карпенко В. П., Шутко С. С. Урожайність соризу за використання гербіциду Пік 75 WG та рістрегулятора Регоплант. Матеріали Всеукраїнської Науково-практичної конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив». Умань. 29 березня 2017 року. С. 18–19.
9. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу у рослинах соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. XIV Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології», присвячена 185-й річниці від дня народження Б. Дибовського. Львів. 10–12 квітня 2018. С. 310–311.
10. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції «Новини науки та прикладні наукові розробки». Львів. 28 жовтня. 2018 р. С. 71–72.
11. Карпенко В. П., Шутко С. С. Фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання». Ternopil bioscience. 19–21 квітня 2018. Тернопіль. 2018. С. 104–107.
12. Карпенко В. П., Шутко С. С. Залежність чисельності ризосферної мікробіоти соризу від дії біологічно активних речовин. Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві», присвяченої 100-річчю з дня

заснування Національної академії аграрних наук України. Чернігів. 24–25 жовтня 2018 року. Чернігів. 2018. С. 47–49.

13. Карпенко В. П., Шутко С. С. Активність каталази в листках соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні шляхи розвитку наукових знань». Київ. 26–27 січня 2019 року (частина I). Київ. 2019. С. 53–55.