

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ШУТКО СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ



УДК 581.1:[633.174:632.954:631.811.97]

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРИЗУ ЗА
ДІЇ ГЕРБИЦИДУ ШК 75 WG І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН
РЕГОПЛАНТ**

03.00.12 – фізіологія рослин

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

УМАНЬ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Карпенко Віктор Петрович, Уманський національний університет садівництва, проректор з наукової та інноваційної діяльності.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Терек Ольга Іштванівна, Львівський національний університет ім. І. Франка, завідувач кафедри фізіології та екології рослин;

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Приплавко Світлана Олександрівна, Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя, доцент кафедри біології.

Захист відбудеться « 5 » грудня 2019 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 74.844.02 в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України за адресою: адміністративний корпус, конференц-зала, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305.

З дисертацією можна ознайомитись у Науковій бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305.

Автореферат розісланий « 31 » жовтня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Р. М. Притуляк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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. Деєвої, 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 поєданого 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 НУС «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 РРР 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 РРР 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 РРР Регоплант.

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

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 діальдегіду 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 одержаних результатів. За результатами експериментальних досліджень доведена можливість комплексного застосування в посівах соризу гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант (обробка насіння перед сівбою + обробка вегетуючих рослин) 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) та ПП «Агро Форт» (с. Мечиславка, Ульяновського району, Кіровоградської області, акт впровадження від 30 грудня 2018 року) 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 і 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 біостаціонару 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 та обсяг 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

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).

У розділі наведено аналіз літературних джерел вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу гербіцидів різних хімічних класів і рістрегуляторів, 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 РРР 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.

Умови, об'єкти та методика проведення досліджень Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2016–2018 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, розташованого в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бугзького округу Лісостепової Правобережної провінції України, та лабораторних – кафедри біології Уманського НУС.

Метеорологічні умови в роки проведення польових дослідів дещо різнилися, в основному за вологозабезпеченням, разом з тим найоптимальніші умови для рослин соризу склалися у 2018 р., що знайшло своє відображення у формуванні продуктивності посівів.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесах з 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.

У дослідях вивчали: гербіцид Пік 75 WG, в. г. (д. р. просульфурон, 750 г/кг) і регулятор росту рослин (РРР) Регоплант (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*).

Схема дослідів включала варіанти самостійного використання гербіциду Пік 75 WG і його комбінування за різних способів використання регулятора росту рослин: варіанти 1–2 – контролі відповідно I і II, де не використовували препарати, водночас у другому – впродовж вегетації періодично знищували бур'яни (абсолютний контроль); у варіантах 3–6 – в різних нормах застосовували обприскування посівів соризу у фазі початку кушіння (3–5 листків) гербіцидом Пік 75 WG (10; 15; 20 і 25 г/га); 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 перед сівбою регулятором росту рослин Регоплант рослини соризу обприскували регулятором росту рослин Регоплант.

Обприскування посівів проводили обприскувачем ОГН–600. Витрата робочого розчину – 300 л/га. Загальна площа дослідних ділянок становила 100 м², облікових – 80 м². Повторність досліду – триразова з послідовним розміщенням варіантів.

Дослідження дії гербіциду і регулятора росту рослин виконували з використанням рослин соризу сорту Титан.

Для більш детального з'ясування дії гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант на фізіологічні та біохімічні процеси в рослинах соризу проводили вегетаційні досліди з дотриманням відповідних вимог (Журбицький З. І., 1986). Схему вегетаційних дослідів наведено в таблиці 1.

Для з'ясування особливостей дії гербіциду і PPP на рослини і ґрунт використовували широко апробовані фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні, мікробіологічні методи досліджень: інтенсивність проходження реакцій пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) оцінювали у зразках листків соризу, відібраних у вегетаційних умовах на третю та п'яту добу після внесення препаратів, 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 (1972) у модифікації В. В. Рогожина (2006); активність GST (КФ 2.5.1.18) визначали у зразках листків, відібраних у вегетаційних умовах на третю та п'яту добу після внесення препаратів, спектрофотометрично за довжини хвиль 340 нм за швидкістю утворення глутатіон-S-кон'югатів між GSH і 1-хлор-2,4-динітробензолом (Nabig W. H. et al., 1974); активність ферментів класу оксидоредуктаз – каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.14.18.1) визначали в зразках листків соризу, відібраних у польових умовах у відповідні фази розвитку рослин за методикою, описаною Х. М. Починком (1976); вміст у листках хлорофілів *a* і *b*, суми хлорофілів (*a+b*) визначали спектрофотометричним методом з використанням для розрахунків формул D. Wettstein (Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В., 2003); анатомічну будову епідермісу листкового апарату, площу листків та біомасу рослин визначали за методиками, викладеними З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнком та В. П. Карпенком (2003); кофіцієнт морфоструктури розраховували згідно рекомендацій В. П. Карпенка (2008); чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича (1963); загальну чисельність бактерій і мікроміцетів ризосфери та чисельність амоніфікувальних, нітрифікувальних бактерій і азотобактера визначали за загальноприйнятими в мікробіологічній практиці методиками («Методы почвенной микробиологии...» под. ред. Д. Г. Звягинцева, 1991), кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту; облік забур'яненості посівів соризу виконували за кількістю і за масою на 1 м² у дев'ятиразовій повторності у варіанті (Трибель С. О. та ін., 2001); облік врожаю виконували поділянковим, шляхом збирання його суцільним способом комбайном «Сампо» з наступним зважуванням зерна та перерахунком його на стандартну вологість; якість зерна соризу оцінювали згідно ДСТУ 3769-98, використовуючи для дослідження окремих показників ГОСТи, визначені

ДСТУ, зокрема, масу 1000 зерен – ГОСТ 10842-76; вміст білка – за ГОСТ 10846-91; економічну ефективність застосування препаратів розраховували з використанням технологічних карт; енергетичний аналіз здійснювали за рекомендаціями, викладеними О. К. Медведовським (1991); статистичну обробку результатів досліджень проводили за методами дисперсійного й кореляційного аналізів, описаними Б. А. Доспеховим (1985).

Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах соризу за роздільного й інтегрованого застосування гербіциду і регулятора росту рослин.

Ферментативна активність. У результаті проведених вегетаційних досліджень встановлено, що гербіцид Пік 75 WG, внесений окремо і в сумішах із РРР Регоплант, у тому числі й по фоні обробки перед сівбою Регоплантом насіння, значно впливав на перебіг реакцій ПОЛ у рослинах соризу (табл. 1).

Таблиця 1

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

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

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, очевидно, може свідчити 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 вносились 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 (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування РРР Регоплант на активність GST у листках соризу (вегетаційний дослід)

Варіант досліджу	GST, мкМоль/г сирової 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

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 фоні 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 РРР.

Паралельно 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 (табл. 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 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)	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>НІР₀₅</i>	5,8	7,2	1,4

Встановлено, що 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 H₂O₂ – для каталази, 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 H₂O₂ – для каталази, 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, 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 кушіння культури була відмічена і в 2017, 2018 рр. досліджень.

У фазі викидання волоті рослинами соризу активність ферментів класу оксидоредуктаз у порівнянні до показників активності у фазу кушіння знижувалась, що може бути пов'язано зі стабілізацією детоксикаційних процесів у рослинах.

Вміст та співвідношення пігментів. 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 дослідках, де в середньому за 2016–2018 рр. (рис. 1)

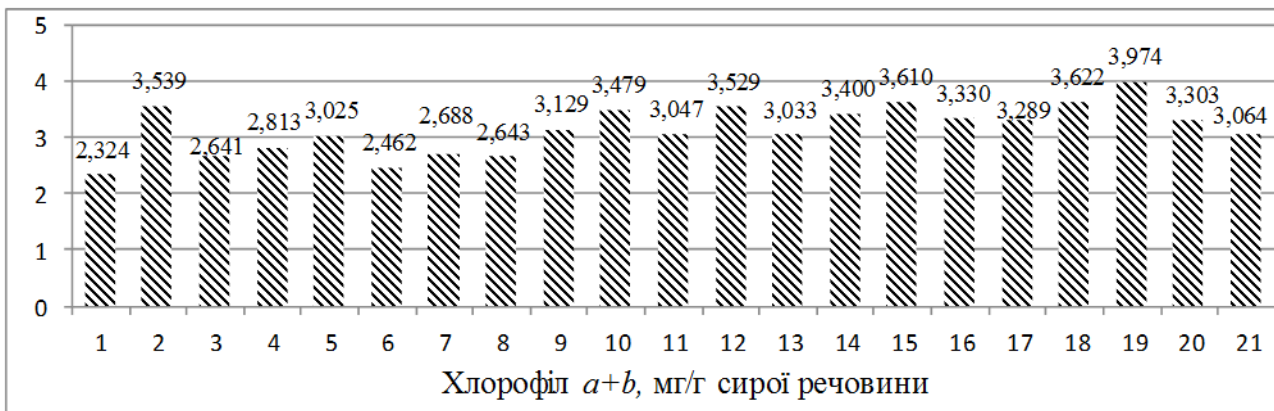


Рис. 1. Вплив гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант на вміст хлорофілу в листках соризу у фазі викидання волоті (мг/г сирової речовини, 2016–2018 рр., НІР₀₅ 0,162–0,220):

1. Без препаратів і ручних прополовань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополовання (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 мл/га.

у фазі викидання рослинами волоті найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* 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.

Анатомо-морфологічні зміни листкового апарату. Досліджено, що на формування анатомічної структури епідермісу листкового апарату соризу істотний відбиток накладали як норми гербіциду Пік 75 WG, так і їх комбонування з різними способами застосування РРР 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 (РРР), складові якого мають цілеспрямований вплив на меристематичні тканини рослин (Пономаренко С. П., 2003). 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 (рис. 2). Встановлено, що за дії Піку 75 WG у нормах 10–25 г/га сумісно з Регоплантом у фазі кушіння вона збільшувалась у відношенні до контролю I на 19–28%, а за використання даних препаратів на фоні обробки насіння Регоплантом – 26–31% відповідно.

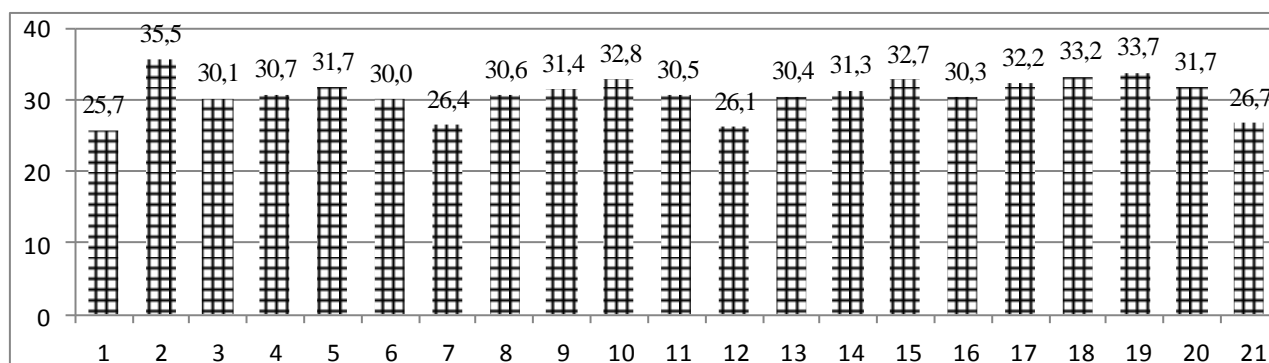


Рис. 2. Площа листкового апарату (тис. м²/га) рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і РРР Регоплант (фаза кушіння, 2016–2018 рр., НІР₀₅ 1,41–1,71):

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.

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.

Надземна біомаса рослин соризу. Встановлено, що за використання гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант надземна біомаса соризу збільшувалась, проте найвищі показники було 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 маса однієї рослини перевищувала 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 дослідження фізіолого-біохімічних процесів на фоні знищення у посівах переважної більшості бур'янового компоненту.

Фотосинтетична продуктивність. З'ясовано, що різні норми гербіциду Пік 75 WG та способи застосування PPP Регоплант по-різному впливали на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) (рис. 3):

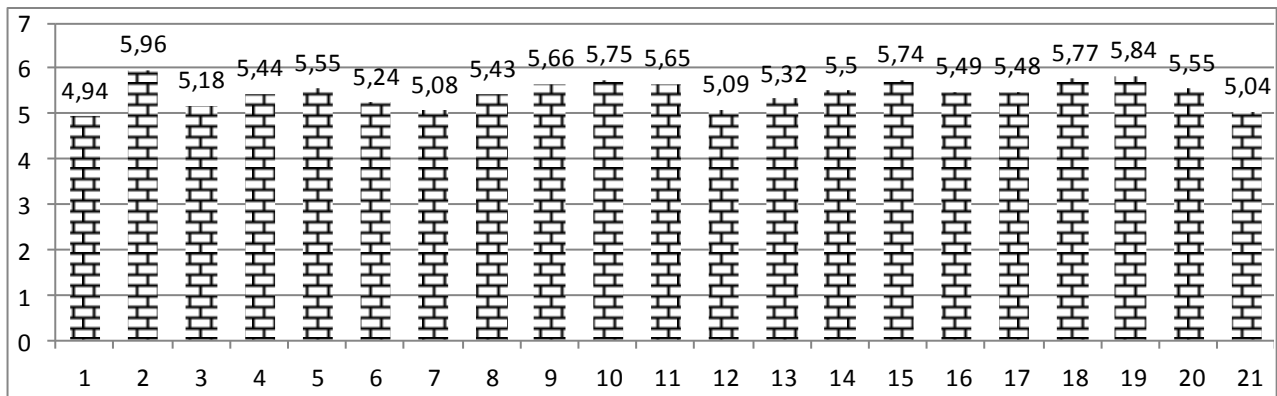


Рис. 3. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант (г/м² за добу, фаза викидання волоті – молочно-воскової стиглості зерна, 2016–2018 рр., НІР₀₅ 0,19–0,24):

1. Без препаратів і ручних прополовань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополовання (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.

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 досліді найбільших показників площі листового апарату за найвищої їх фізіолого-біохімічної активності.

Мікробіологічна активність ґрунту в посівах соризу за роздільної та інтегрованої дії гербіциду і регулятора росту рослин. Встановлено, 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 із проходженням у них фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі фотосинтетичних, від яких залежить виділення в прикореневу зону рослин 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, то впродовж 2016–2018 рр. їх чисельність в усіх варіантах досліді була високою, 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 всіх груп мікробіоти, що є свідченням зростання мікробіологічної активності ґрунту, відновлення якої відбувається зі збільшенням періоду, необхідного для метаболізму і 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.

Економічне та енергетичне обґрунтування технології вирощування соризу із використанням гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант.

Забур'яненість посівів. 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 листового апарату посівів.

Урожайність і якість зерна. 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 (табл. 6). Однак, вищий рівень урожайності формувався у варіантах досліджу, 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.

Таблиця 6

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
	2016	2017	2018	
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	3,20	3,46	3,58	3,41
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	3,84	4,29	4,65	4,26
Пік 75 WG 10 г/га	3,55	3,77	3,98	3,77
Пік 75 WG 15 г/га	3,66	3,94	4,10	3,90
Пік 75 WG 20 г/га	3,88	4,07	4,35	4,09
Пік 75 WG 25 г/га	3,65	3,80	4,09	3,85
Регоплант 50 мл/га	3,41	3,52	3,69	3,54
Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,71	3,89	4,16	3,92
Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,01	4,12	4,49	4,21
Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,12	4,23	4,61	4,32
Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,85	3,99	4,31	4,05
Регоплант 250 мл/т (фон)	3,32	3,50	3,62	3,48
Фон + Пік 75 WG 10 г/га	4,02	3,81	4,09	3,97
Фон + Пік 75 WG 15 г/га	3,65	3,99	4,33	3,99
Фон + Пік 75 WG 20 г/га	3,87	4,10	4,51	4,16
Фон + Пік 75 WG 25 г/га	4,03	3,85	4,37	4,08
Фон + Пік 75 WG 10 г/га + Регоплант 50мл/га	3,90	3,93	4,31	4,05
Фон + Пік 75 WG 15 г/га + Регоплант 50 мл/га	3,85	4,19	4,63	4,22
Фон + Пік 75 WG 20 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,22	4,30	4,72	4,41
Фон + Пік 75 WG 25 г/га + Регоплант 50 мл/га	4,10	4,22	4,44	4,25
Фон + Регоплант 50 мг/га	3,65	3,54	3,71	3,63
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,20</i>	<i>0,19</i>	<i>0,22</i>	

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.

Економічна та енергетична ефективність. Результати проведеної економічної та енергетичної оцінки ефективності використання препаратів

показали, що найбільш економічно вигідним 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.

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 листового 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 листовим 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 листового апарату соризу тісно корелюють з формуванням площі листового 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 листового 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 4354 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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

МОНОГРАФІЯ

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. (Ведення експерименту, узагальнення результатів досліджень, підготовка до друку).

СТАТТІ У ФАХОВИХ ВИДАННЯХ

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. (Планування та проведення експерименту, аналіз результатів, підготовка до друку).

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. (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).

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. (Виконання експерименту, написання статті).

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. (Виконання польових та лабораторних досліджень, аналіз результатів, написання статті).

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. (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

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.

ІНШІ ПУБЛІКАЦІЇ

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», 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.

АНОТАЦІЇ

Шутко С. С. Фізіологічні процеси і продуктивність посівів соризу за дії гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. – Рукопис.

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

Дисертація присвячена всебічному дослідженню дії різних норм гербіциду Пік 75 WG (10–25 г/га) за внесення їх роздільно і в сумішах з регулятором росту рослин Регоплант та на фоні обробки регулятором росту рослин Регоплант перед сівбою насіння, на проходження фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, фотосинтетичних процесів у рослинах соризу та мікробіологічних – у ґрунті, які лежать в основі формування продуктивності посівів і якості врожаю.

У роботі встановлено та науково обґрунтовано, що за комплексного застосування гербіциду Пік 75 WG (20 г/га) у сумішах з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га) по фоні обробки даним регулятором росту перед сівбою насіння (250 мл/т) значно активізується проходження ключових біологічних процесів у рослинах соризу і ґрунті, що в цілому зумовлює підвищення продуктивності посівів та покращення якості зерна соризу за

одночасного зростання рівня економічної та енергетичної ефективності використання препаратів.

На підставі отриманих результатів досліджень розроблено науково обґрунтовані, екологічно безпечні та економічно доцільні заходи із комплексного застосування гербіциду Пік 75 WG з регулятором росту рослин Регоплант, що забезпечують значне підвищення урожайності культури.

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

Шутко С. С. Физиологические процессы и продуктивность посевов сориза при действии гербицида Пик 75 WG и регулятора роста растений Регоплант. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.12 – физиология растений. – Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2019.

Диссертация посвящена исследованию действия гербицида Пик 75 WG (10–25 г/га) при внесении отдельно и в смесях с регулятором роста растений Регоплант на фоне обработки семян регулятором роста растений Регоплант на протяжении физиолого-биохимических, анатомо-морфологических, фотосинтетических процессов в растениях сориза и микробиологических – в почве, которые лежат в основе формирования продуктивности посевов и качества урожая.

В работе установлено и научно обосновано, что при комплексном применении гербицида Пик 75 WG (20 г/а) в смесях с регулятором роста растений Регоплант (50 мл/га) на фоне обработки данным регулятором роста семян (250 мл/т) значительно активизируется протекание ключевых биологических процессов в растениях сориза и почве, что в целом способствует повышению продуктивности посевов и улучшению качества зерна при одновременном росте уровня экономической и энергетической эффективности использования препаратов.

На основании полученных результатов разработаны научно обоснованные, экологически безопасные и экономически целесообразные приёмы комплексного применения гербицида Пик 75 WG с регулятором роста растений Регоплант, которые обеспечивают значительное повышение урожайности культуры.

Ключевые слова: физиолого-биохимические, анатомо-морфологические процессы, ризосферная микробиота, засоренность посевов, гербицид, регулятор роста растений, комплексное применение, сориз.

Shutko S. S. Physiological processes and productivity of soriz crops under the action of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regoplant. - Manuscript.

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

The thesis is devoted to the study of the action of herbicide Peak 75 WG (10–25 g/ha), introduced separately and with different methods of using plant growth regulator Regoplant on undergoing of physiological-biochemical, anatomical-morphological, photosynthetic processes in soriz plants and microbiological processes in the soil, which serve as the basis for the formation of crop productivity and grain quality.

Physiological-biochemical and anatomical-morphological studies have established that, against the background of the combined use of herbicide Peak 75 WG with plant growth regulator Regoplant (seed treatment + spraying of crops) in soriz plants, the passage of lipid peroxidation reactions significantly reduces and the activity of the enzyme glutathione-s-transferase increases (GST), the activity of enzymes of the class of oxidoreductases (catalase, peroxidase, polyphenol oxidase) increases, the accumulation of chlorophyll in the leaves is more active, the performance of photosynthesis net productivity of crops improves, undergoing of growth processes is enhanced (plant biomass, leaf surface area increase). It was studied that under the action of drugs, the structure of the epidermis of the leaves changes in the direction of increasing their area, which has a positive effect on the formation of the assimilation surface.

Microbiological studies have identified the optimum application rates for the development of soil microorganisms in the application of herbicide Peak 75 WG, used in combination with growth regulator Regoplant, which positively affect the formation of soil microbocenosis.

When introducing the studied drugs, the features of the formation of quantitative and species composition of weeds in the soriz crops, effective methods for their control by different norms and tank mixtures of drugs were identified. The effect of combined use of herbicide Peak 75 WG with plant growth regulator Regoplant on the formation of yield and grain quality, which contributes to the growth of economic and energy efficiency of crop cultivation, has been studied.

Based on the obtained results, scientifically based, energy-resource-saving methods for the integrated use of herbicide Peak 75 WG 20 g/ha in a tank mix with plant growth regulator Regoplant (50 ml/ha), introduced against the background of Regoplant treatment of seeds (250 ml/t), have been developed.

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

Підписано до друку 10.10.2019 р. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 1,00
Тираж 100 прим. Замовлення № 2575

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19, вул. Садова, 2
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (04744) 4-64-88, 3-51-33, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimdo.com
e-mail: vizavi008@gmail.com
vizavisadova@gmail.com