

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Збільшення обсягів виробництва високоякісного зерна є одним із найактуальніших і пріоритетних завдань сьогодення, без успішного розв'язання якого неможливий прогрес рослинництва і всього сільськогосподарського комплексу України. Водночас, як показує практика, внаслідок низки організаційних і економічних причин, рівень ведення землеробства в нашій країні значно знизився. Це призвело до зростання засміченості орного шару ґрунтів насінням бур'янів, а посівів сільськогосподарських культур – бур'янистою рослинністю, яка стала одним із найшкодочинніших чинників, що зумовлює щорічні втрати урожаю на рівні 10–40%, а інколи – 70–80% (Грицаєнко З. М., 1990; Зуза В. С., 1995; Танчик С. П., 1999; Іващенко О. О., 2002; Манько Ю. П., 2003). Тому, зважаючи на економічну, енергетичну та екологічну ситуації, що склалися в нашій державі, важливого значення набуває проблема застосування в посівах сільськогосподарських культур гербіцидів як однієї з головних складових інтегрованої системи захисту рослин. Проте гербіциди, як фізіологічно активні речовини, в переважній більшості випадків здатні значно впливати на життєво важливі процеси в рослинному організмі. При цьому не виключена можливість їх акумулювання в товарній продукції та об'єктах навколишнього природного середовища (Мережинський Ю. Г., 2001). Тому в останні роки в Україні ведеться розробка технологій переходу від традиційного до органічного землеробства. Але, як показує практика більшості країн – світових лідерів з виробництва сільськогосподарської продукції, перехід до органічного землеробства призводить до різкого зростання забур'яненості посівів та зниження врожайності ячменю й кукурудзи на 58%, пшениці – на 54%, сої – на 62% (Борона В. П., 2003; Жеребко В. М., 2007). Тому нині, коли в усьому світі простежується дефіцит продуктів харчування, повністю відмовитись від використання гербіцидів неможливо. Разом з тим необхідно вести пошук шляхів зниження негативного впливу хімічних сполук гербіцидної дії на агроценози. Однозначно такі технології повинні включати елементи біологізації, що у випадку із гербіцидами може бути досягнуто за рахунок інтегрованого їх застосування із регуляторами росту рослин природного походження, які характеризуються антистресовими та імуностимулюючими властивостями (Пономаренко С. П., 2007). Але багато питань, які стосуються комплексної дії гербіцидів і рістрегуляторів у сумішах, вивчені недостатньо. Вибір і оцінка оптимального поєднання препаратів у сумішах, особливо багатокomпонентних, проводиться без врахування механізмів їх дії на ключові фізіологічні реакції в рослинному організмі. Тому нерозкритими залишаються питання спрямованості дії сумішей гербіцидів і рістрегуляторів на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах і мікробіологічних процесів у ґрунті, які лежать в основі формування високої продуктивності посівів. У зв'язку з цим, вирішення проблеми інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів, яке ґрунтується на всебічному біологічному обґрунтуванні їх дії в посівах ячменю ярого, дозволить розробити виробництву науково обґрунтовані, енергоресурсоекономні рекомендації, які в нинішніх умовах є вкрай актуальними та необхідними для аграрного сектору України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. В основу дисертації покладені матеріали науково-дослідної роботи автора, що виконувалась упродовж 1999–2009 рр. і була складовою частиною тематики досліджень кафедри біології Уманського національного університету садівництва в 1999–2000 рр. «Розробка комплексних екологічно безпечних систем боротьби з бур'янами з застосуванням гербіцидів сумісно з біостимуляторами росту в посівах сільськогосподарських культур (номер державної реєстрації 0199U000736) та в 2001–2009 рр. «Розробка новітніх технологій виробництва зернових культур в сівозміні при застосуванні гербіцидів, рістрегулюючих речовин і мікробіологічних препаратів» (0105U00560), програма «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (0101U004495).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було розкриття фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних та агроценотичних механізмів дії гербіцидів різних хімічних класів за інтегрованого їх застосування із рістрегуляторами на формування продуктивності посівів і якості врожаю ячменю ярого та обґрунтування економічно вигідних і екологічно безпечних заходів з їх використання.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- дослідити фізіолого-біохімічні зміни в рослинах ячменю ярого за дії гербіцидів різних хімічних класів (сульфонілсечовини, феноксикарбокислових кислот і комбінованих препаратів), внесених окремо і в поєднанні з рістрегуляторами, та з'ясувати механізми, що детермінують ці зміни;
- виявити структурні і функціональні зміни в анатомо-морфологічній будові фотосинтетичного апарату й стебла ячменю ярого за сумісної дії гербіцидів і рістрегуляторів та встановити ступінь їх впливу на процеси росту, розвитку рослин і формування продуктивності посівів;
- з'ясувати кількісні і якісні зміни в фітогормональному комплексі рослин ячменю ярого за використання гербіцидів з рістрегуляторами та виявити залежність у проходженні процесів морфогенезу від гормонального статусу рослин;
- дослідити реакцію мікробних угруповань ризосфери і філосфери ячменю ярого, їх кількісний і якісний склад та встановити спрямованість мікробіологічних і ферментативних процесів у ґрунті, що визначають реалізацію потенціалу рослинно-мікробних взаємодій;
- з'ясувати дію досліджуваних препаратів на фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни в найбільш поширених видах бур'янів;
- встановити протибур'янову ефективність інтегрованого застосування різних видів гербіцидів і рістрегуляторів та з'ясувати їх вплив на знищення найбільш шкочинних видів бур'янів, у тому числі й резистентних;
- оцінити вплив гербіцидів різних хімічних класів та їх бакових сумішей із рістрегуляторами на формування продуктивності посівів ячменю ярого;
- дати економічне, енергетичне й екологічне обґрунтування інтегрованого

використання в посівах ячменю ярого гербіцидів з рістрегуляторами та розробити і впровадити у виробництво науково обґрунтовані заходи з їх використання.

Об'єкт дослідження – рослини ячменю ярого, гербіциди класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і групи комбінованих препаратів, рістрегулюючі речовини (регулятори росту рослин (РРР), мікробіологічний препарат (МБП) із рістстимулювальними властивостями).

Предмет дослідження – фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні та мікробіологічні процеси в рослинах і ґрунті, що відбуваються за інтегрованого використання гербіцидів і рістрегуляторів та зумовлюють формування продуктивності посівів і якості врожаю ячменю ярого.

Методи дослідження. Польовий – закладання дослідів у польових умовах з метою з'ясування механізмів та ефективності дії гербіцидів і рістрегуляторів на рослини ячменю ярого за інтегрованого їх використання.

Вегетаційний – закладання дослідів у суворо контрольованих умовах з метою поглибленого вивчення біологічних механізмів дії сумішей гербіцидів із рістрегуляторами на рослини ячменю ярого.

Лабораторний – дослідження фізіолого-біохімічними, анатомо-морфологічними та мікробіологічними методами кількісних і якісних змін та характеристик рослин ячменю ярого.

Статистичний метод – встановлення на основі дисперсійного і кореляційного аналізів достовірності одержаних даних та виявлення функціональних залежностей між різними факторами і процесами.

Наукова новизна одержаних результатів. Теоретична новизна роботи полягає у встановленні особливостей фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних та агроценотичних механізмів дії гербіцидів різних хімічних класів і їх сумішей із рістрегуляторами на формування продуктивності ячменю ярого.

Вперше встановлено, що за сумісного застосування гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів з рістрегуляторами рівень пероксидного окиснення ліпідів у рослинах ячменю ярого знижується за одночасного зростання активності антиоксидантних ферментів та вмісту в рослинах антиоксидантів.

Поглиблено дослідження з вивчення активності транспорту електронів у хлоропластах, формуванні пігментного комплексу та проходженні фотосинтетичних процесів у рослин ячменю ярого за дії гербіцидів різних хімічних класів та їх комплексів із рістрегуляторами.

Вперше, ґрунтуючись на вивченні фізіолого-біохімічних процесів, доведена можливість зниження негативної дії гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів на рослини ячменю ярого завдяки антидотним властивостям рістрегуляторів, у сумішах з якими норми внесення гербіцидів можуть бути зменшені.

Доведено, що за дії гербіцидів і РРР ростові процеси листкового апарату ячменю ярого та формування його мезоструктури контролюються комплексом

фітогормонів. З'ясовано, що за підвищених норм гербіцидів формується листковий апарат ксероморфного типу, а за оптимальних – мезоморфного. Вперше для оцінки ступеня впливу гербіцидів та РРР на рослинні організми запропоновано використовувати коефіцієнт морфоструктури.

Дістали подальшого розвитку дослідження активності мікробних угруповань ризосфери ячменю ярого за дії гербіцидів і рістрегуляторів. Залежно від складу бакових сумішей виявлені оптимальні за дією на розвиток мікроорганізмів норми внесення гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбокислових кислот і комбінованих препаратів. Встановлена здатність сумішей гербіцидів із МБП обмежувати в посівах розвиток фітопатогенної мікробіоти.

Вперше досліджено фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни в бур'янах за дії гербіцидів різних хімічних класів та їх сумішей із рістрегуляторами. Одержано дані щодо кількісного і видового складу бур'янів та ефективності їх контролювання різними баковими сумішами препаратів.

Поглиблено уявлення про залежність формування врожаю ячменю ярого від хімічного класу гербіцидів, норм їх застосування та поєднаного використання в сумішах із рістрегуляторами. Вперше досліджено інтегровану дію гербіцидів і рістрегуляторів на формування фізичних, фізіолого-біохімічних і мікробіологічних показників якості зерна, які визначають його пивоварну якість. Для підвищення продуктивності посівів і якості врожаю ячменю ярого розроблено економічно вигідні композиції препаратів, які забезпечують виробництво екологічно безпечної продукції.

Вперше для теоретичного обґрунтування інтегрованої дії гербіцидів і рістрегуляторів у посівах ячменю ярого застосовано метод кореляційних плеяд.

Викладені наукові положення є теоретичною основою нового вирішення проблеми підвищення продуктивності посівів ячменю ярого за зниженого хімічного навантаження на навколишнє природне середовище, що дає можливість забезпечити промисловість і населення України високоякісним зерном і продуктами його переробки.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень доведена можливість поєднаного застосування гербіцидів із РРР у посівах ячменю ярого (Патент 63174, заявлено у 2003 р.), що, в свою чергу, забезпечило рівноцінну реалізацію даної концепції й на інших зернових колосових культурах (Патенти 61502, 61503).

Результати дисертаційних досліджень пройшли виробничу перевірку в господарствах Черкаської, Кіровоградської, Київської, Вінницької й Одеської областей на загальній площі 5194 га.

Матеріали дисертаційної роботи апробовано при читанні курсів «Фізіологія рослин», «Мікробіологія з основами вірусології», «Герботологія» та «Інтегровані системи захисту рослин» в Уманському національному університеті садівництва, а також впроваджено в навчальний процес інших навчальних закладів України.

На основі результатів досліджень розроблено методичні рекомендації: «Інтегрована система захисту ярих зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів» (Умань, 2004), «Новітні технології застосування гербіцидів сумісно з

біопрепаратами в посівах ярого ячменю» (Умань, 2007), «Новітні технології застосування Гранстару з біостимулятором росту Емістимом С у посівах ярого ячменю» (Умань, 2007), «Застосування бакових сумішей гербіцидів класів феноксикарбоксилової кислоти, сульфонілсечовини і регулятора росту в посівах ярого ячменю» (Умань, 2007).

Наукові положення та результати досліджень увійшли до навчальних посібників «Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур» (Умань, 2005), «Біологічно активні речовини в рослинництві» (Київ, 2008), схвалених Міністерством аграрної політики та продовольства України для використання в навчально-виробничому процесі з підготовки фахівців напряму 6.090101 «Агрономія» у ВНЗ II – IV рівнів акредитації.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною роботою автора, в якій проаналізовано відповідну літературу, висунуто робочу гіпотезу, розроблено програму досліджень, проведено лабораторні, вегетаційні, польові і виробничі дослідження та статистичну обробку одержаних експериментальних даних. Аналіз результатів, їх узагальнення, формування основних положень, висновків, рекомендацій виробництву виконано за безпосередньої участі автора.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на розширених засіданнях кафедри біології Уманського НУС та проблемної лабораторії із розробки ефективних засобів боротьби з бур'янами від Міністерства аграрної політики та продовольства України (1999–2010 рр.); наукових конференціях професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів Уманського НУС (1999–2010 рр.); науково-виробничій конференції «Біостимулятори росту – надійний засіб підвищення продуктивності сільськогосподарських культур» (Умань, 2000); Всеукраїнських конференціях молодих учених (Умань, 2004–2011 рр.); III науково-теоретичній конференції Українського наукового товариства гербологів «Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження» (Київ, 2002); International Conference «Photosynthesis and crop production» (Kyiv, 2002); Міжнародній науковій конференції «Біологічні науки і проблеми рослинництва» (Умань, 2003); II Міжнародній конференції «Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти» (Львів, 2004); I Международной научно-практической конференции «Нетрадиционные методы в медицине, биологии и растениеводстве. Эниология. Экология и здоровье» (Кишинэу, 2005); Міжнародній науковій конференції «Аграрна наука і освіта XXI століття» (Умань, 2006); Міжнародній науковій конференції «Вчені вищої школи України – селу» (Умань, 2006); II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні наукові дослідження – 2006» (Дніпропетровськ, 2006); Науково-практичній конференції молодих учених «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» (Київ, 2007); III Міжнародній конференції «Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти» (Львів, 2007); III Международной научно-практической конференции «Дни науки – 2007» (Днепропетровск, 2007); Международной конференции «Radostim 2007. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве» (Киев, 2007); Міжнародній науково-

практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної сільськогосподарської галузі» (Миколаїв, 2008); Міжнародній науковій конференції «Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування» (Умань, 2008); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених та спеціалістів «Інтегрований захист рослин в Україні» (Київ, 2008); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні наукові досягнення – 2008» (Миколаїв, 2008); Международной конференции «Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве» (Київ, 2008); Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми виробництва і використання рослинного білка: глобальні зміни та ризики» (Вінниця, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні і практичні аспекти використання національного генофонду та ефективні екологічно безпечні технології виробництва сільськогосподарської продукції» (Львів, 2008); Международной научной конференции «Вклад молодых ученых в развитие инноваций аграрной науки» (Москва, 2009); Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Фундаментальні та прикладні дослідження біології» (Донецьк, 2009); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління» (Мелітополь – Кирилівка, 2009); Міжнародній науковій конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи і суспільства» (Умань, 2009); Українсько-Немецком форумі «Регуляторы роста растений и микробиологические препараты в современном земледелии» (Київ, 2009); IV з'їзді Українського товариства фізіологів рослин (Київ, 2009); XII з'їзді товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського (Ужгород, 2009); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату» (Миколаїв, 2010); II Міжнародній науковій конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства» (Умань, 2010); III Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века» (Ульяновск, 2010); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» (Сколе, 2010); XI конференції молодих учених «Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів (Київ, 2010); VII науковій конференції молодих учених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві» (Чернігів, 2010); III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека сільськогосподарського виробництва» (Київ, 2010); II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективні напрямки розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва» (Тернопіль, 2010); Международной научной конференции «Каразинские естественнонаучные студии» (Харьков, 2011); I Международной научно-практической конференции «Экологическая безопасность и устойчивое развитие территорий» (Чебоксары, 2011); Міжнародній науковій конференції «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві» (Умань, 2011).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлені в 76 публікаціях, з них: 31 стаття, в тому числі 23 – у фахових виданнях із сільськогосподарських наук; 34 – тези доповідей на наукових конференціях і з'їздах, шість рекомендацій

виробництву, два навчальні посібники, три деклараційні патенти на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційну роботу викладено на 381 сторінці, у тому числі 300 – основного тексту; вона складається зі вступу, восьми розділів, узагальнення результатів досліджень, висновків і рекомендацій, включає 91 таблицю і 44 рисунки. У додатках представлено 79 таблиць і 24 акти впровадження результатів роботи. Список використаних джерел містить 700 найменувань, з яких 141 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

Біологічні особливості дії гербіцидів різних хімічних класів і рістрегуляторів у посівах сільськогосподарських культур за їх роздільного та інтегрованого застосування (огляд літератури). В огляді літератури висвітлено погляди вітчизняних та зарубіжних учених щодо дії гербіцидів різних хімічних класів і рістрегуляторів на проходження основних біологічних процесів у рослинах і ґрунті в посівах сільськогосподарських культур. Проаналізовано та узагальнено експериментальні дані стосовно агробіологічної ефективності застосування різних видів гербіцидів і рістрегуляторів у посівах зернових колосових культур. На підставі аналізу даних літератури обґрунтовано необхідність та перспективи проведення досліджень у напрямку вирішення проблеми інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів.

Умови та методика проведення досліджень. Експериментальну частину роботи виконано впродовж 1999–2009 рр. у польових умовах навчально-науково-виробничого відділу та лабораторних – кафедри біології та лабораторії масових аналізів (№А06–2003 від 25.10.06.) Уманського національного університету садівництва.

Програма експериментальних досліджень включала біологічне та теоретичне обґрунтування механізмів дії комплексів препаратів (гербіцид + PPP, гербіцид + МБП, гербіцид + PPP + МБП) на рослини ячменю ярого, реалізація якої виконувалась за напрямками, представленими на рис 1.

У дослідях вивчали гербіциди класів: сульфонілсечовини (інгібітори ALS) – Гранстар 75, в.г.; Калібр 75, в.г.; Хармоні 75, в.г.; феноксикарбоксилових кислот (синтетичні ауксини) – 2,4-ДА 500, в.г.; Дікопур Ф 600, в.г.; комбінованих препаратів – Лінтур 70 WG, в.г.; рістрегулятори – Емістим С (5–10 мл/га), Агростимулін (10 мл/га) та МБП – Агат-25К (20 г/га).

Дослідження дії комплексів гербіцидів із рістрегуляторами виконували з використанням рослин ячменю ярого (*Hordeum Tourn L.*), виду *Hordeum vulgare L.*, підвиду двохрядного (*Hordeum distichon (L.) Koern.*), сортів Рось (1999–2001 рр.), Звершення (2001–2003 рр.), Соборний (2003–2009 рр.) та бур'янів – редьки дикої (*Raphanus raphanistrum L.*) та осоту рожевого (*Cirsium arvense (L.) Scop.*).

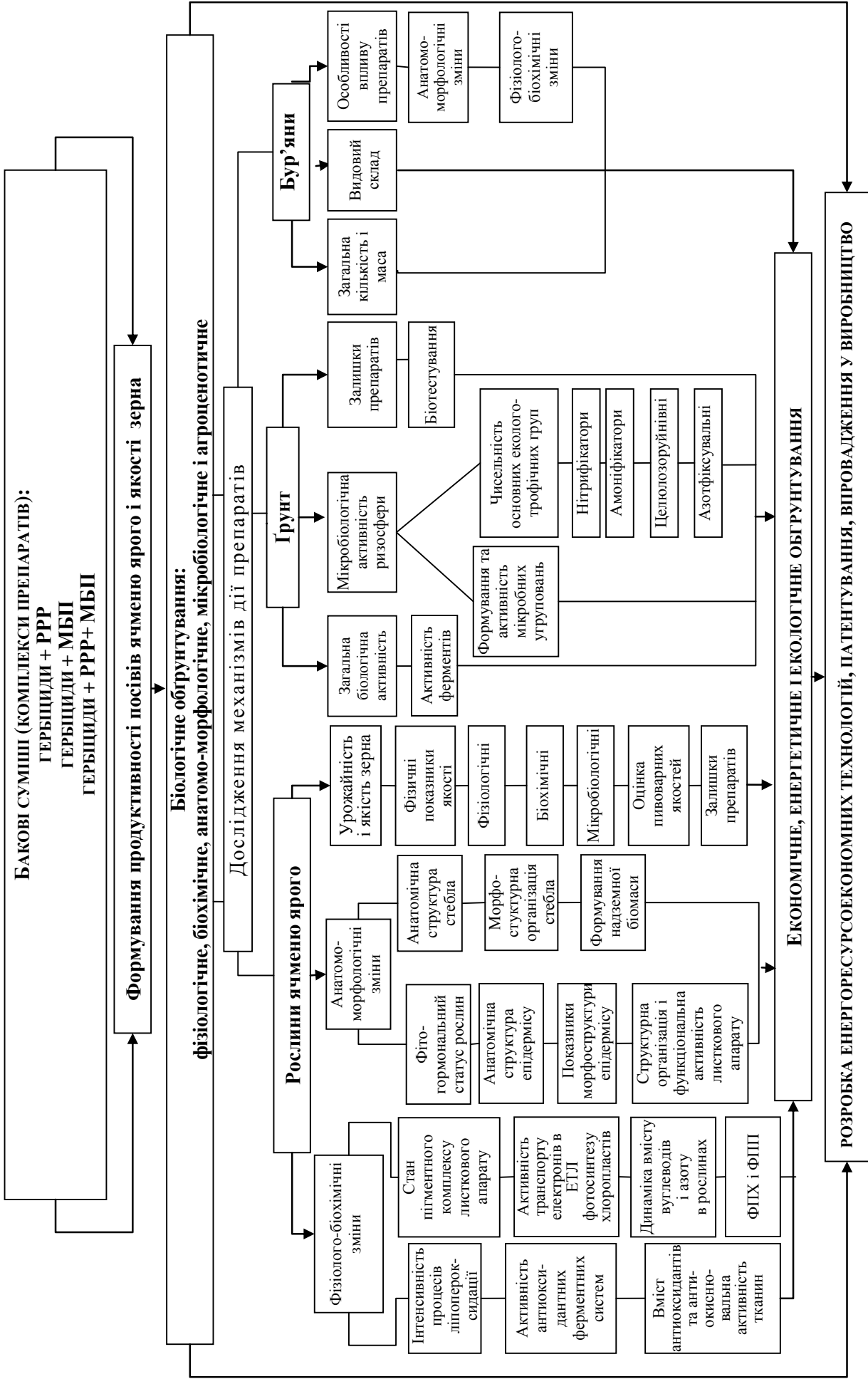


Рис. 1. Схема програми досліджень

Всі досліджувані сорти ячменю ярого генетично відносяться до різновиду *var. nutans* Schübl, групи середньостиглих, пивоварного призначення.

Польові досліди закладали у відповідності з нижченаведеними схемами:

Дослід 1. (1999–2001 рр.). Вивчення дії комплексу, який складається з гербіциду класу сульфонілсечовини Гранстар 75 і РРР Емістим С: без застосування препаратів (контроль I); ручне прополювання одночасно з внесенням препаратів на основних варіантах досліді (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетації (контроль III), Емістим С; Гранстар 75 у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га окремо і в поєднанні із Емістимом С. *Дослід 2.* (2001–2003 рр.). Вивчення дії комплексу, що містить бакову суміш гербіцидів класу феноксикарбоксилових кислот Дікопур Ф 600 і сульфонілсечовин Гранстар 75, внесених окремо і в поєднанні з Емістимом С: без застосування препаратів (контроль I); ручне прополювання одночасно з внесенням препаратів на основних варіантах досліді (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетації (контроль III); Емістим С; Дікопур Ф 600 у нормах 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 і 1,50 л/га + Гранстар 75 15 г/га окремо і в поєднанні із Емістимом С. *Дослід 3.* (2001–2003 рр.). Вивчення дії комплексу, що містить бакову суміш гербіцидів класу феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 і сульфонілсечовин Гранстар 75, внесених окремо і в поєднанні з Емістимом С: без застосування препаратів (контроль I); ручне прополювання одночасно з внесенням препаратів на основних варіантах досліді (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетації (контроль III); Емістим С; Гранстар 75 у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га окремо і в поєднанні з Емістимом С. *Дослід 4.* (2003–2005 рр.). Дослідження комплексу, що складається з комбінованого гербіциду Лінтур 70 WG і МБП Агат-25К: без застосування препаратів (контроль I); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду + Агат-25К (контроль III); Агат-25К; Лінтур 70 WG у нормах 90; 100; 120 і 140 г/га окремо і в поєднанні з Агатом-25К. *Дослід 5.* (2003–2005 рр.). Дослідження комплексу, що складається з гербіциду класу сульфонілсечовини Хармоні 75 і МБП Агат-25К: без застосування препаратів (контроль I); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду + Агат-25К (контроль III); Агат-25К; Хармоні 75 у нормах 5; 10; 15 і 20 г/га окремо і в поєднанні з Агатом-25К. *Дослід 6.* (2006–2009 рр.). Дослідження комплексу, що містить гербіцид класу сульфонілсечовини Калібр 75, МБП Агат-25К і РРР Агростимулін: без застосування препаратів (контроль I); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II); Агат-25К; Агростимулін; Калібр 75 у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га окремо і в поєднанні з Агатом-25К і Агростимуліном.

Польові досліди закладали рендомізованим та систематичним методами (Доспехов Б. А., 1985; Трибель С. О. й ін., 2001) в короткоротаційній сівозміні кафедри біології, де попередником ячменю ярого була кукурудза на силос.

Загальна площа дослідних ділянок складала 100–120 м², облікова – 50 м². Повторність дослідів триразова.

Обприскування посівів виконували за допомогою ручного обприскувача Ера та навісних обприскувачів ОН–400 і ОГН–600 з розрахунковою витратою робочого

розчину 300 л/га. Внесення комплексів препаратів суміщали в часі та поєднували в єдиному технологічному процесі.

Ячмінь у дослідях вирощували за загальноприйнятою для зони досліджень технологією з урахуванням заходів, які вивчалися.

Польові досліді виконували на чорноземі опідзоленому, що має занижений вміст гумусу (3,2–3,3% у шарі 0–30см), ступінь насичення профілю ґрунту основами знаходиться у межах 81–97%, реакція ґрунтового розчину слабкокисла, гідролітична кислотність 1,8–2,0 смоль/кг, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 80–120 мг/кг, азот лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100 мг/кг ґрунту. За своїми основними характеристиками ґрунт дослідного поля відповідає ґрунтам помірно-континентальної східноєвропейської частини.

Клімат зони проведення досліджень – помірно континентальний з нестійким зволоженням (ГТК–1,2). Літо тепле, помірно-вологе, зима – м'яка, хмарна, з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами. Річна сума опадів у середньому складає 633 мм, а за роки досліджень коливалась від 415 до 712 мм.

Для вирощування ячменю ярого та одержання стабільних урожаїв цієї культури в роки проведення досліджень складались задовільні умови. Виключення становили лише поодинокі роки (2002, 2007 рр.), де лімітуючим чинником формування належної продуктивності посівів ячменю ярого були опади. Це відповідним чином знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних. Загалом, ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень відповідали помірно-континентальній східноєвропейській ґрунтово-кліматичній фації, у межах якої можуть бути розповсюджені одержані результати.

Вегетаційні досліді виконували впродовж 2006–2009 рр. з дотриманням вимог вегетаційного методу (Журбицький З. І., 1986).

Для з'ясування механізмів і особливостей дії гербіцидів і їх сумішей з РРР на рослини і ґрунт використовували широко апробовані фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні, мікробіологічні методи досліджень: інтенсивність проходження реакцій пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у листках ячменю визначали за нагромадженням продукту пероксидного окиснення ліпідів – малонового диальдегіду (МДА) – за реакцією із тіобарбітуровою кислотою (ТБК), згідно методики, викладеної Ю. А. Владимировим та А. І. Арчаковим (1972) у модифікації В. В. Рогожина (2006); активність супероксиддисмутази (СОД, КФ 1.15.1.1) у листках оцінювали за реакцією пригнічення відновлення нітротетразолію синього в присутності НАДН і феназинметасульфату за методом, описаним С. Чеварою та співавторами (1985); активність глутатіон-S-трансферази (GST, КФ 2.5.1.18) у листках визначали за швидкістю утворення глутатіон-S-кон'югатів між глутатіоном (GSH) і 1-хлор-2,4-динітробензолом (Habig W. H. et al., 1974); вміст глутатіону в листках оцінювали за реакцією взаємодії GSH із 5,5-дітіо-біс-2-нітробензойною кислотою за методикою Е. Beutler (1990), враховуючи модифікації, запропоновані для рослинних об'єктів (Гришко В. Н., Сищиков Д. В., 2002); вміст аскорбінової кислоти в листках визначали спектрофотометрично після додавання до фільтрату 2,6-дихлорфеноліндофенолу за методикою, викладеною Г. М. Чупахіною (2000); антиокиснювальну активність (АОА) тканин листка визначали

спектрофотометрично за ступенем зниження ПОЛ антиоксидантами, що містились в екстракті рослинного зразка (Рогожин В. В., 2006); активність ферментів – каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (гваяколпероксидази) (КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.14.18.1), аскорбатоксидази (КФ 1.10.3.3) у листках ячменю ярого визначали в зразках, відібраних у польових умовах у відповідні фази, за методиками, описаними Х. М. Починком (1976); фотохімічну активність хлоропластів досліджували за змінами у відновленні акцептору електронів – фериціаніду, спектрофотометрично (Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В., 2003); вміст у листках хлорофілів *a* і *b*, суми хлорофілів (*a+b*), каротиноїдів визначали спектрофотометричним методом з використанням для розрахунків формул D. Wettstein (Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., 2003); активність хлорофілази досліджували в свіжих зразках листків і виражали кількістю хлорофіліду, який утворився за 1 год. інкубації у відсотках до загального вмісту пігментів у контрольній пробі (Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В., 2003); частку хлорофілів у світлозбиральному комплексі (СЗК) розраховували з урахуванням того, що увесь хлорофіл *b* знаходиться в СЗК, а співвідношення *a* : *b* складає 1,2 (Lichtenthaler Н. К., 1987); вміст водорозчинних цукрів у листках ячменю ярого визначили за методикою Х. М. Починка (1976); вміст загального азоту – шляхом мокрого озолення зразків сірчаною кислотою та пероксидом водню з наступним фотоколориметруванням із реактивом Несслера (Грицаєнко З. М. й ін., 2003); фотосинтетичну продуктивність хлорофілу (ФПХ) розраховували за формулою, запропонованою Л. М. Дороховим (1957); фотосинтетичну продуктивність посівів (ФПП) визначали за методикою А. О. Ничипоровича (1963); визначення вмісту фітогормонів у листках ячменю ярого (ІОК – вільна, ЦТК – зеатин+зеатинрибозид, АБК – вільна+зв'язана) виконували методом високоефективної рідинної хроматографії («Методические рекомендации...», 1988) на хроматографі Agilent 1200 LC з діодно-матричним детектором G 1315 B (США), колонках Eclipse XDB-C 18 4,6x150 мм, розмір часток 5 мкм; елюція проводилась у системі розчинників метанол : вода (37 : 63), аналітична довжина хвиль детектування для ІОК складала 282 нм, для АБК – 254 нм, ЦТК – 269 нм, аналіз і обробку хроматограм виконували в програмному забезпеченні Chem Station (версія В 03.01 в режимі on line); вивчення анатомічної будови епідермісу листкового апарату та стебла виконували за З. М. Грицаєнко (2003); мезоструктуру листкових пластинок вивчали за методикою А. Т. Мокроносова (Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В., 2003); загальну чисельність бактерій, мікроміцетів (ризосфери і філосфери) та чисельність основних екологічно-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери визначали за загальноприйнятими в мікробіологічній практиці методиками («Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы...» под ред. Ю. М. Возняковской, 1987; «Методы почвенной микробиологии...» под ред. Д. Г. Звягинцева, 1991), кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту; загальну біологічну активність ґрунту (інтенсивність дихання) визначали за реакцію взаємодії CO₂ з гідроксидом барію за методом Б. М. Макарова; активність ґрунтових ферментів – шляхом компостування ґрунту з вихідним субстратом: інвертази – з глюкозою, целюлази – з карбоксиметилцелюлозою, протеази – з

желатином і виражали відповідно в мкг глюкози/г ґрунту, мг амінного азоту /100 г ґрунту, мг глюкози /100 г ґрунту (Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., 2003); визначення рівня ураження посівів ячменю фітопатогенами та облік забур'яненості посівів виконували згідно «Методики випробування...» (Трибель С. О. й ін., 2001); фізіолого-біохімічні процеси в бур'янах (вміст суми хлорофілів $(a+b)$, інтенсивність транспорту електронів у хлоропластах, суму водорозчинних цукрів і вміст води у листках та анатомо-морфологічні зміни) вивчали за вищевказаними методиками; облік урожайності ячменю ярого виконували подільською, шляхом збирання комбайнами «Нива» та «Сампо»; якість зерна оцінювали за вимогами ДСТУ 3769-98, використовуючи для дослідження окремих показників ГОСТи, визначені ДСТУ, зокрема, масу 1000 зерен визначали за ГОСТ 10842-89; натуру зерна – за ГОСТ 10840-64; крупність – як відношення залишку зерна на ситі № 2а – 25 x 20 ТУ 5. 897 – 111 722 – 95 до загальної маси наважки; плівчастість – лужним методом у модифікації Д. С. Омарова («Методы биохимического исследования растений ...» под. ред. Е. И. Ермакова, 1987); енергію проростання і здатність до проростання зерна – за ГОСТ 10968-88, сумарну активність амілаз – шляхом інкубування витяжки ферментного препарату, виділеного із зерна ячменю з 2%-ним розчином крохмалю впродовж однієї години при температурі 40°C та з наступним виявленням непрореагуваного з йодом залишку крохмалю фотоколориметричним методом («Методы биохимического исследования растений...» под. ред. Е. И. Ермакова, 1987) ; вміст білка – за ГОСТ 10846–74; екстрактивність – за ГОСТ 12136–77; загальну чисельність епіфітних бактерій зерна визначали методом змиву та висіву відповідних розведень на м'ясопептонний агар (МПА), чисельність субепідермальних мікроміцетів – шляхом розкладання зерна, обробленого 1,5%-м розчином мідного купоросу з наступним трикратним промиванням стерильною водою, на середовище Чапека й обліку зерен, які виявили ріст («Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы...» под ред. Ю. М. Возняковской, 1987; Нетрусов А. І. й ін., 2005); наявність залишків препаратів у зерні визначали в лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН України хроматографічними методами; наявність залишків препаратів у ґрунті визначили згідно «Рекомендацій...» (1990) та ДСТУ ISO 15799: 2005 і ДСТУ ISO 11269-2: 2002; економічну ефективність застосування препаратів розраховували за загальноприйнятими методиками на основі діючих нормативів (Білуха М. Т., 2002); енергетичний аналіз виконували згідно рекомендацій, викладених О. К. Медведовським та ін. (1988); статистичну обробку результатів досліджень проводили за методами дисперсійного та кореляційного аналізів (Доспехов Б. А., 1985; Царенко О. М. й ін., 2000; Ермантраут Є. Р. й ін., 2000).

Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за дії гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилкових кислот і комбінованих препаратів, внесених роздільно і в поєднанні з рістрегуляторами. У результаті проведення лабораторних, вегетаційних і польових досліджень встановлено, що гербіциди різних хімічних класів, внесені окремо та в поєднанні із РРР, значно впливають на спрямованість проходження обмінних процесів у рослинах ячменю

ярого. Зокрема, досліджено, що із наростанням норм внесення гербіцидів без РРР у листках ячменю ярого на третю добу простежується інтенсифікація генерування активних форм кисню (АФК), які зумовлюють розвиток у рослин оксидативного стресу, наслідком якого є підвищений рівень ПОЛ (рис. 1).

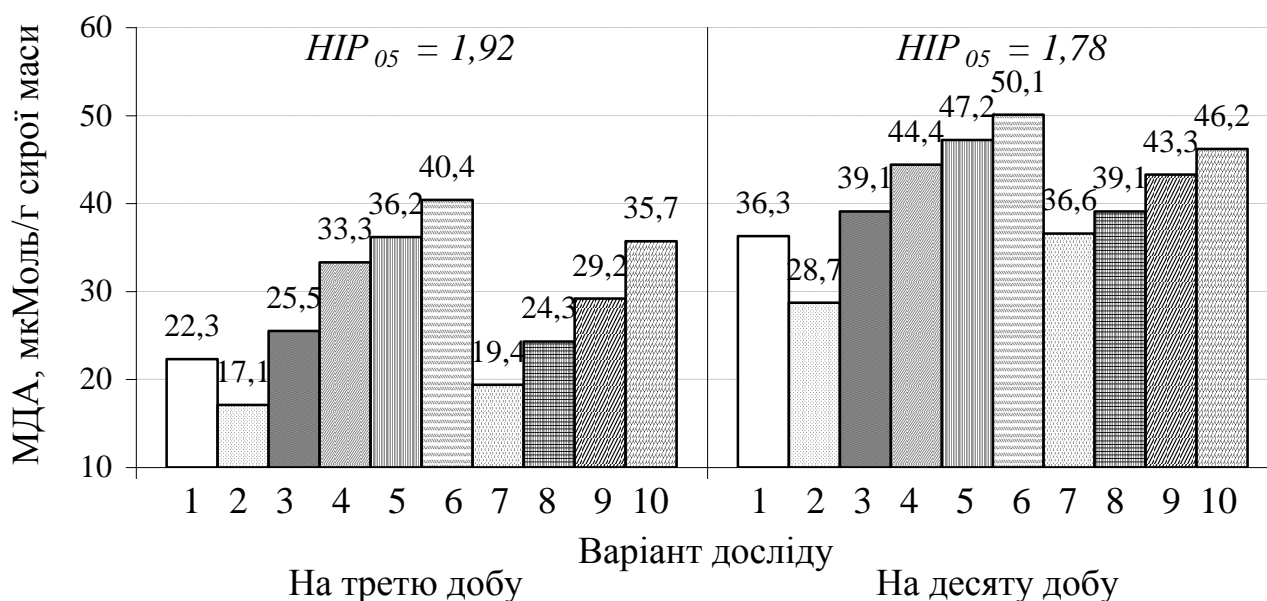


Рис 1. Вплив різних норм гербіциду Гранстар 75, внесених роздільно і в комплексі з РРР Емістим С, на ПОЛ у листках ячменю ярого (вегетаційний дослід, 2006 р.):

1. Обробка водою (контроль); 2. Емістим С; 3. Гранстар 75 10 г/га; 4. Гранстар 75 15 г/га; 5. Гранстар 75 20 г/га; 6. Гранстар 75 25 г/га; 7. Гранстар 75 10 г/га + Емістим С; 8. Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; 9. Гранстар 75 20 г/га + Емістим С; 10. Гранстар 75 25 г/га + Емістим С.

На десяту добу внесення препаратів рівень ПОЛ у рослинах ячменю ярого продовжує зростати, що пов'язано з активізацією ростових та обмінних процесів (перехід рослин до фази кушіння), невід'ємним продуктом яких є АФК. Однак у варіантах дослідження, де гербіциди застосовували сумісно з РРР, рівень ПОЛ по відношенню до відповідних варіантів без РРР знижувався.

Зниження ПОЛ простежувалось за одночасного підвищення в рослинах активності GST і СОД та зростання вмісту в листках антиоксидантів (табл. 1). Зокрема активність GST і СОД як на третю, так і на десяту добу визначення була значно вищою за показники в контролі, але при цьому були відмічені такі особливості: активність GST у варіантах із застосуванням гербіцидів без РРР на десяту добу перевищувала відповідні показники у цих же варіантах на третю добу визначення, тоді як активність GST у варіантах гербіцид + РРР на десяту добу дещо знижувалась проти показників на третю добу визначення; активність же СОД як на третю, так і на десяту добу у всіх варіантах дослідження була високою, однак у варіантах із внесенням гербіциду сумісно з РРР вона перевищувала аналогічні показники варіантів, де гербіциди застосовували без РРР. Підвищена активність GST і СОД у рослинах ячменю ярого свідчить про інтенсифікацію проходження реакцій

детоксикації та дисмутації, особливо у випадку сумісного застосування гербіцидів і PPP, що, в свою чергу, забезпечує більш активне знешкодження як токсиканту, так і АФК (супероксиданіона), та в цілому знижує рівень ПОЛ у рослинах. Вочевидь, що зниження рівня ПОЛ у варіантах дослід з інтегрованим застосуванням гербіцидів і PPP та більш швидкі темпи детоксикації ксенобіотика обумовлюють у подальшому стабілізацію та незначне зниження активності GST.

Таблиця 1

Активність GST і СОД у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Гранстар 75, внесених окремо і в поєднанні з PPP Емістим С (вегетаційний дослід, 2006 р.)

Варіант дослід	GST, мкМоль/г сирової маси за 1 хв.		СОД, ум.од./г сирової маси	
	на третю добу	на десяту добу	на третю добу	на десяту добу
Обробка водою (контроль)	4,60	5,13	1,13	1,93
Емістим С	5,04	5,77	1,86	2,35
Гранстар 75 10 г/га	4,91	5,43	1,42	2,14
Гранстар 75 15 г/га	5,16	5,81	1,83	2,78
Гранстар 75 20 г/га	5,43	6,13	2,13	3,01
Гранстар 75 25 г/га	4,88	5,97	2,56	3,12
Гранстар 75 10 г/га + Емістим С	5,33	5,31	1,87	2,68
Гранстар 75 15 г/га + Емістим С	5,78	5,62	2,34	3,12
Гранстар 75 20 г/га + Емістим С	6,41	6,0	2,68	3,43
Гранстар 75 25 г/га + Емістим С	5,92	5,17	3,01	3,78
<i>НІР₀₁</i>	<i>0,12</i>	<i>0,19</i>	<i>0,25</i>	<i>0,23</i>

Відповідною реакцією рослинного організму на окиснювальний стрес є посилений синтез антиоксидантів – GSH, аскорбату та ін. Як показали результати досліджень, вміст GSH у листках ячменю ярого в варіантах дослід з сумісним застосуванням гербіцидів і рiстрегуляторiв значно збільшувався, що може бути пов'язано з безпосереднім стимулюючим впливом PPP на синтез даного антиоксиданту та з меншою його витратою на ліквідацію АФК у результаті послаблення реакцій ПОЛ. Дещо нижчим вміст GSH був у варіантах дослід, де гербіцид застосовували без PPP, що свідчить про більш активну його витрату в реакціях, спрямованих як на детоксикацію ксенобіотика, так і в реакціях ліквідації АФК.

Щодо вмісту в рослинах ячменю ярого аскорбінової кислоти, то зі збільшенням норм використання гербіцидів її вміст у листках на третю добу після внесення препаратів знижувався. Однак на десяту добу вміст аскорбінової кислоти в листках ячменю ярого значно зростав як у варіантах із внесенням гербіцидів без PPP, так і в варіантах, де гербіциди вносили в комплексі з рiстрегуляторами. Це

вказує на стабілізацію детоксикаційних процесів та підвищення загального антиоксидантного статусу рослин (АОА тканин та активності основних ферментів класу оксидоредуктаз, які беруть безпосередню участь в адаптації рослин до гербіцидного стресу) (рис. 2).

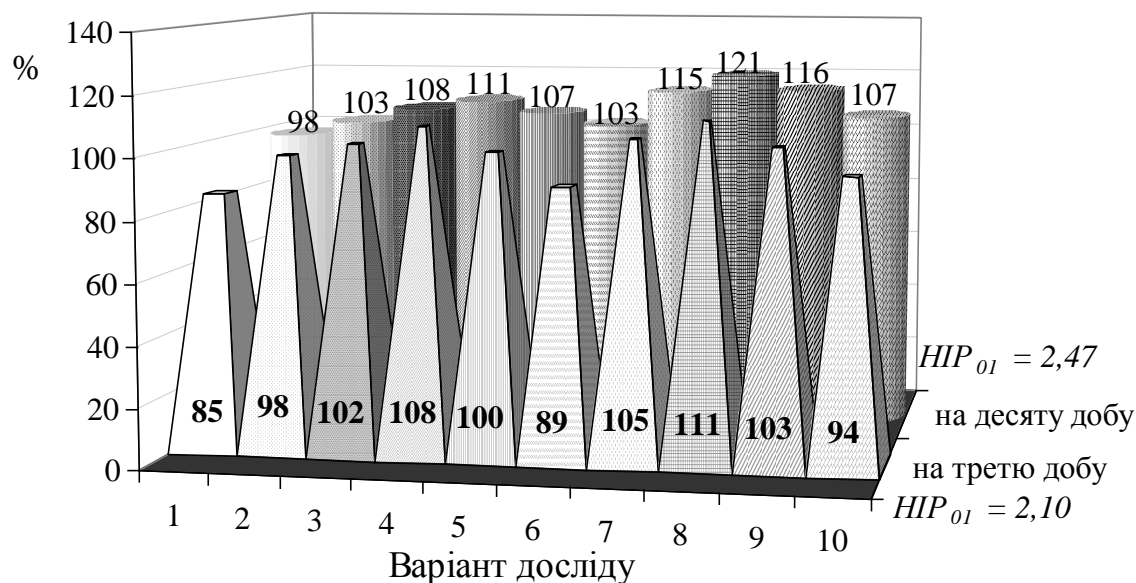


Рис. 2. Антиокиснювальна активність тканин листка ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Гранстар 75, внесених у бакових сумішах із 2,4-ДА 500 роздільно і в комплексі з РРР Емістим С (вегетаційний дослід, 2008 р):

1. Обробка водою (контроль); 2. Емістим С; 3. Гранстар 75 10 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га; 4. Гранстар 75 15 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га; 5. Гранстар 75 20 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га; 6. Гранстар 75 25 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га; 7. Гранстар 75 10 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га+Емістим С; 8. Гранстар 75 15 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га+Емістим С; 9. Гранстар 75 20 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га+Емістим С; 10. Гранстар 75 25 г/га+2,4-ДА 500 1,0 л/га+Емістим С.

Так, найвищий рівень АОА тканин листка було відмічено у варіантах з інтегрованим використанням гербіцидів і РРР, які забезпечували зниження ПОЛ у рослинах за одночасного зростання вмісту в листках антиоксидантних сполук. Між АОА тканин листка та вмістом антиоксидантів і активністю антиоксидантних ферментів (GST і СОД) встановлено прямі та сильні за тіснотою кореляційні залежності: відповідно $r = 0,73$ та $0,67$.

За дії в посівах гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксілових кислот, комбінованих препаратів та їх сумішей із РРР у листках ячменю ярого встановлено значне зростання активності ферментів класу оксидоредуктаз, діяльність яких визначається спрямованістю у відношенні ліквідації шкідливих для рослинного організму продуктів метаболізму, індукованих детоксикаційними перетвореннями гербіцидів. Так, на початку виходу рослин у трубку відмічено суттєве підвищення активності ферментів каталази і пероксидази, які беруть безпосередню участь у ліквідації отруйного для рослинного організму пероксиду водню, що утворюється за підвищеної активності СОД. Між активністю СОД та активністю каталази і пероксидази встановлена середня за тіснотою пряма кореляційна залежність ($r = 0,58$).

Висока активність була характерною і для ферментів аскорбатоксидази і поліфенолоксидази, які беруть безпосередню участь в адаптації рослин до дії ксенобіотиків.

У період виколошування ячменю активність ферментів класу оксидоредуктаз у порівнянні до показників, одержаних на початку виходу рослин у трубку, знижувалась. Найбільшим це зниження було в варіантах дослідів, де гербіциди застосовували сумісно з РРР, що пов'язано зі стабілізацією детоксикаційних процесів у рослинах.

Підвищення активності антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз було відмічено нами в усіх польових дослідах у варіантах з ручними прополюваннями одночасно з внесенням препаратів на основних варіантах дослідів (контроль II) та з ручними прополюваннями впродовж вегетаційного періоду (контроль III). Це є наслідком покращення умов росту і розвитку ячменю ярого, які створюються в посівах за часткової або повної відсутності конкуренції з боку бур'янів за основні фактори життя, що в цілому призводить до зростання активності обмінних процесів у рослинах, невід'ємною складовою яких є ферменти.

Гербіциди класів сульфонілсечовини і феноксикарбоксилових кислот викликають зміни у функціонуванні фотосинтетичної системи рослин. Так, за обробки ячменю ярого гербіцидом класу сульфонілсечовини Гранстар 75 у нормах 10 – 25 г/га без РРР на другу добу експерименту було відмічено зниження на 3–41% в порівнянні з контролем активності транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів. Однак за мінімальної та рекомендованої норм використання гербіциду суттєвого пригнічення транспорту електронів у хлоропластах не спостерігалось, оскільки сульфонілсечовини не є інгібіторами реакції Хілла. Разом з тим зниження активності транспорту електронів у хлоропластах за дії 20–25 г/га Гранстару 75 може розглядатися з погляду індукованого впливу препарату на перебіг реакцій ПОЛ у клітинах. Це підтверджується зворотною за напрямом кореляційною залежністю між рівнем ПОЛ та активністю транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів ($r = -0,93$).

За дії бакових сумішей гербіциду класу сульфонілсечовини Гранстар 75 і феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 у всіх варіантах дослідів на другу добу застосування препаратів спостерігалось пригнічення транспорту електронів. Одержані дані дають підставу стверджувати, що суміші сульфонілсечовинних препаратів із феноксикарбоксиловими кислотами справляють більш глибокий вплив на фізіолого-біохімічний стан хлоропластів, у результаті чого активізується генерування АФК та посилюються процеси ПОЛ, які накладають більш істотний відбиток на перебіг фотохімічних реакцій у хлоропластах.

Оптимальні норми гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів, внесені з РРР, забезпечують формування відносно високого рівня суми хлорофілів *a* і *b* у листках ячменю ярого (в порівнянні з контролем у середньому на 15–62%) та більшого за розмірами СЗК (на 13–17%). У той же час підвищені норми застосування гербіцидів, особливо сульфонілсечовин у сумішах із феноксикарбоксиловими кислотами, негативно впливають на формування пігментного комплексу рослин, що може бути

обумовлено безпосередньою дією цих препаратів як на процеси синтезу хлорофілу, так і його руйнування (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст і співвідношення пігментів у листках ячменю ярого за обробки баковими сумішами гербіциду класу сульфонілсечовини Гранстар 75 і гербіциду класу феноксикарбокислових кислот 2,4-ДА 500, внесених окремо і в комплексі з Емістимом С (фаза трьох листків, шоста доба після застосування препаратів, вегетаційний дослід, 2008 р.), мг/г сирої маси

Варіант досліджу	ХЛ _а	ХЛ _б	ХЛ _(а+б)	ХЛ _{а/б}	Сума каротиноїдів	СЗК, %
Обробка водою (контроль)	0,540	0,180	0,720	3,0	0,140	55
Емістим С	0,551	0,196	0,747	2,8	0,158	58
Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	0,596	0,213	0,809	2,8	0,161	58
Гранстар 75 15 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	0,559	0,193	0,752	2,9	0,183	56
Гранстар 75 20 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	0,523	0,154	0,677	3,4	0,134	50
Гранстар 75 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	0,514	0,143	0,657	3,6	0,128	48
Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С	0,686	0,264	0,950	2,6	0,193	62
Гранстар 75 15 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С	0,630	0,210	0,840	3,0	0,190	55
Гранстар 75 20 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С	0,535	0,160	0,695	3,3	0,136	50
Гранстар 75 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С	0,526	0,145	0,671	3,6	0,130	48
<i>НІР₀₁</i>		0,013	0,051	—	0,015	—

Зокрема, гербіциди можуть стимулювати гідролітичну активність ферменту хлорофілази, яка зазвичай перебуває у зв'язаному стані з білками та іншими речовинами мембран у найбільш асоційованій формі з невеликою активністю. Однак у процесі детоксикації гербіцидів у хлоропластах порушується стабільність хлорофіл-білково-ліпоїдного комплексу, що призводить до активізації ферменту. Встановлено, що за використання Гранстара 75 20–25г/га окремо і в сумішах із РРР активність хлорофілази в листках ячменю зростала в середньому по відношенню до контролю на 17–42%.

Залежно від дії досліджуваних препаратів на пігментний комплекс рослин ячменю ярого, відповідні зміни простежувались у проходженні фотосинтетичних процесів, які нерозривно пов'язані з асиміляцією вуглецевих і азотних сполук. Встановлено, що нагромадження водорозчинних цукрів у листках ячменю ярого у фазу виходу рослин у трубку зростало за інтегрованого застосування гербіцидів і РРР, що є проявом безпосереднього позитивного впливу рістрегуляторів на обмінні процеси в рослинному організмі, які тісно пов'язані з генним та гормональним рівнем регуляції (рис. 3).

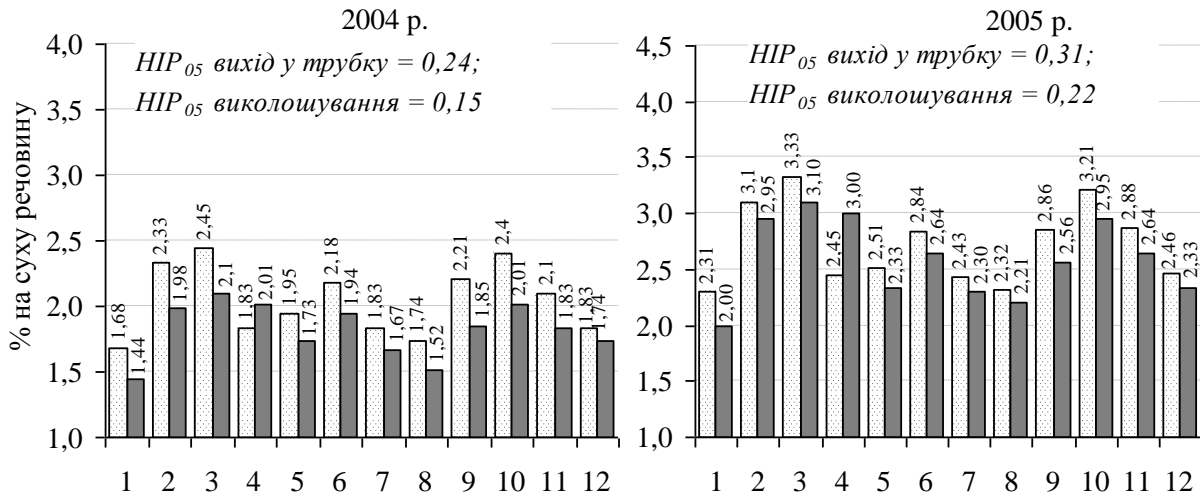


Рис. 3. Вміст суми водорозчинних цукрів у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду групи комбінованих препаратів Лінтур 70WG, внесених роздільно і в сумішах із Агатом-25К:

□ – вихід у трубку; ■ – виколошування

1. Без застосування препаратів (контроль I); 2. Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II); 3. Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду + Агат-25К (контроль III); 4. Агат-25К; 5. Лінтур 70WG 90 г/га; 6. Лінтур 70WG 100 г/га; 7. Лінтур 70WG 120 г/га; 8. Лінтур 70WG 140 г/га; 9. Лінтур 70WG 90 г/га + Агат-25К; 10. Лінтур 70WG 100 г/га + Агат-25К; 11. Лінтур 70WG 120 г/га + Агат-25К; 12. Лінтур 70WG 140 г/га + Агат-25К.

У фазу виколошування ячменю ярого вміст цукрів у листках рослин у всіх варіантах досліджу, де гербіциди вносились окремо і в поєднанні з РРР, значно перевищував контроль I, але в порівнянні до показників у фазу виходу рослин у трубку був нижчим. Це свідчить про залежність нагромадження цукрів листками ячменю ярого від фази розвитку рослин, максимум за вмістом яких приходить на IV етап органогенезу (вихід у трубку), тобто – на період мікро- і макроспорогенезу. Крім того, у фазу виколошування асимільований листками ячменю ярого вуглець активно транспортується в стебло, а звідти – у колос, де й відмічається його максимальна кількість.

Оскільки процеси асиміляції вуглецю у рослинах тісно пов'язані з азотними обміном, важливим було дослідити вміст загального азоту в листках ячменю ярого. У результаті проведених досліджень встановлено, що зі збільшенням норм внесення гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилівих кислот і комбінованих

препаратів до максимальних вміст загального азоту в листках ячменю знижувався, але за використання оптимальних норм гербіцидів із РРР він зростав у середньому на 25–43%.

У період виколошування ячменю ярого простежувалось зниження вмісту азоту в листках рослин, що свідчить про залежність даного показника від спрямованості ростових процесів, за інтенсифікації яких відбувається швидша утилізація метаболітів, необхідних для рослин в якості «будівельного матеріалу».

Нагромадження рослинами ячменю ярого вуглецевих і азотовмісних сполук знаходилось у тісній кореляційній залежності ($r = 0,79-0,87$) з ФПП, найвищі значення якої формувались за використання в посівах композицій Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін (рис. 4); Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С; Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Лінтур 70 WG 100 г/га + Агат-25К та Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К. Так, упродовж 1999–2009 рр. вищезазначені суміші забезпечували зростання ФПП у середньому на 40–80%, ФПХ – 30–132%, що обумовлювалось загальним позитивним впливом композицій на проходження у рослинах фізіолого-біохімічних процесів на фоні мінімального конкурентного впливу на культуру бур'янів. Це узгоджується з ФПП і ФПХ у варіантах дослідів із ручними прополюваннями впродовж вегетації (контроль III), де за відсутності конкуренції з боку бур'янів, значення цих показників у порівнянні до контролю I зростали в середньому відповідно на 21–82 та 18–107%.

Узагальнення одержаних даних щодо впливу гербіцидів і РРР на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах ячменю ярого дає підставу до обґрунтування концептуальної основи інтегрованої дії препаратів у посівах, сутність якої полягає в тому, що гербіциди і РРР, маючи різні механізми та спрямованість своєї дії, не проявляють конкуренції за спільні сайти (біологічні мішені). У той же час за сумісного внесення гербіцидів і РРР відбувається активізація антиоксидантних систем захисту рослинного організму, завдяки яким знижується негативний вплив на клітини продуктів метаболізму гербіцидів. Зважаючи на це, можна стверджувати, що за інтегрованого застосування гербіцидів і РРР проявляється особлива форма антагоністичної взаємодії, яка може бути охарактеризована як антидотна. Її реалізація відбувається безпосередньо через активізацію роботи детоксикаційних і антиоксидантних систем рослин, а також може здійснюватися шляхом реактивування ключових фізіологічних реакцій, що зазнали негативного впливу ксенобіотика.

Анатомо-морфологічні зміни в рослинах ячменю ярого за дії гербіцидів різних хімічних класів і їх сумішей із рістрегуляторами. На підставі проведених досліджень встановлено, що анатомо-морфологічна будова виступає важливим критерієм, що відображає ступінь, глибину та механізм дії препаратів на рослинні організми. Доведено, що будь-які анатомо-морфологічні зміни, спричинені в рослинах гербіцидами, відбуваються у взаємозв'язку зі складною перебудовою фітогормонального балансу рослин. Так, на другу добу після обробки ячменю Емістимом С у листках рослин відмічено зростання вмісту ІОК і ЦТК відповідно на 15 і 66% за одночасного зниження вмісту АБК на 27% (рис. 5).

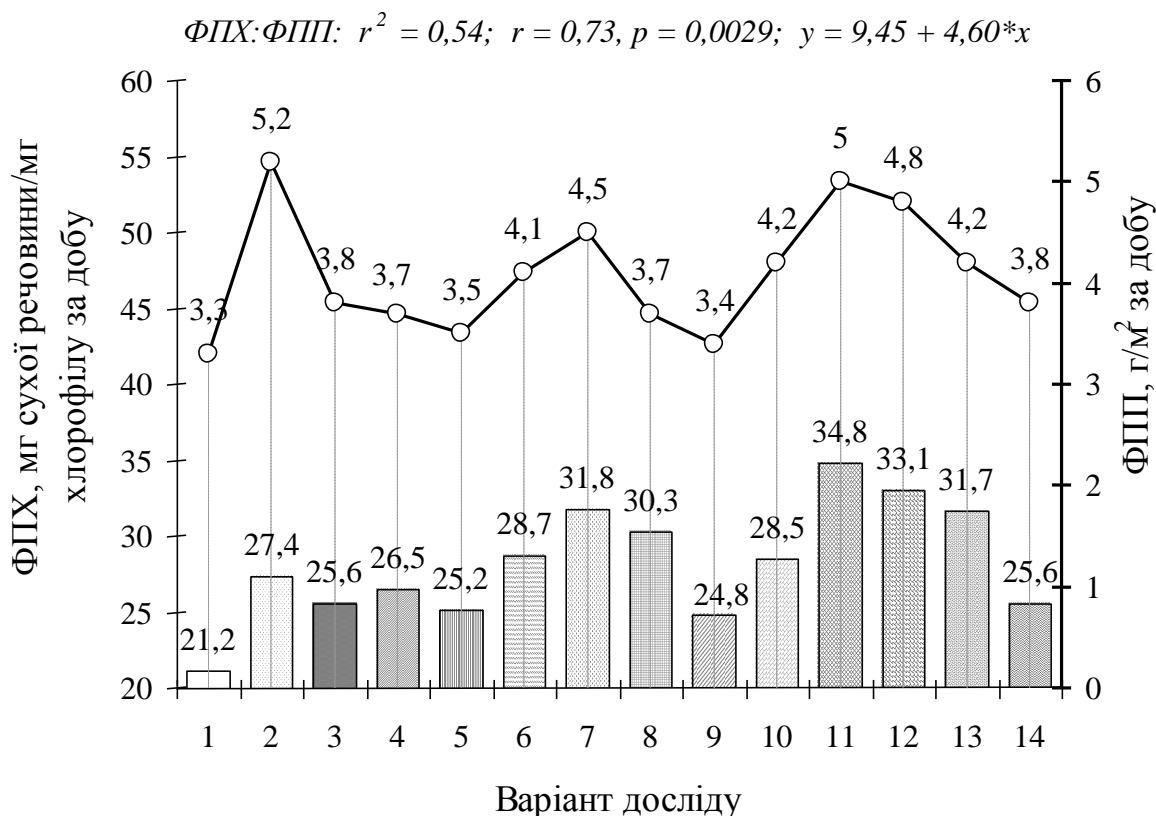


Рис. 4. Фотосинтетична активність посівів ячменю ярого за дії гербіциду класу сульфонілсечовини Калібр 75, внесеного роздільно і в бакових сумішах із Агатом-25К і Агростимуліном (вихід у трубку – виколошування):

1. Без застосування препаратів (контроль I); 2. Ручні прополовання впродовж вегетаційного періоду (контроль II); 3. Агат-25К; 4. Агростимулін; 5. Калібр 75 30 г/га; 6. Калібр 75 40 г/га; 7. Калібр 75 50 г/га; 8. Калібр 75 60 г/га; 9. Калібр 75 70 г/га; 10. Калібр 75 30 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 11. Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 12. Калібр 75 50 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 13. Калібр 75 60 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 14. Калібр 75 70 г/га + Агат-25К + Агростимулін.

Водночас за обробки рослин ячменю гербіцидами класу сульфонілсечовини Гранстар 75 та феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 встановлено зниження вмісту в листках ІОК та ЦТК за зростання вмісту АБК. Зокрема, за дії 2,4-ДА 500 у нормі 1,0 л/га зниження вмісту ІОК у порівнянні з контролем складало 25%, ЦТК – 56%, у той час як вміст АБК зростав до 227%. Внесення гербіцидів у сумішах із РРР забезпечувало підвищення рівня в рослинах гормонів-активаторів росту, однак їх вміст не перевищував контрольні показники.

На шосту добу після внесення гербіцидів та їх сумішей із РРР у рослин дослідних варіантів відмічено зростання вмісту ІОК і ЦТК, особливо за обробки рослин сумішами гербіцидів із РРР. При цьому простежувалось зменшення вмісту в листках АБК, що вказує на зниження рівня в клітинах стресіндукованих процесів та стабілізацію гормональної системи рослин.

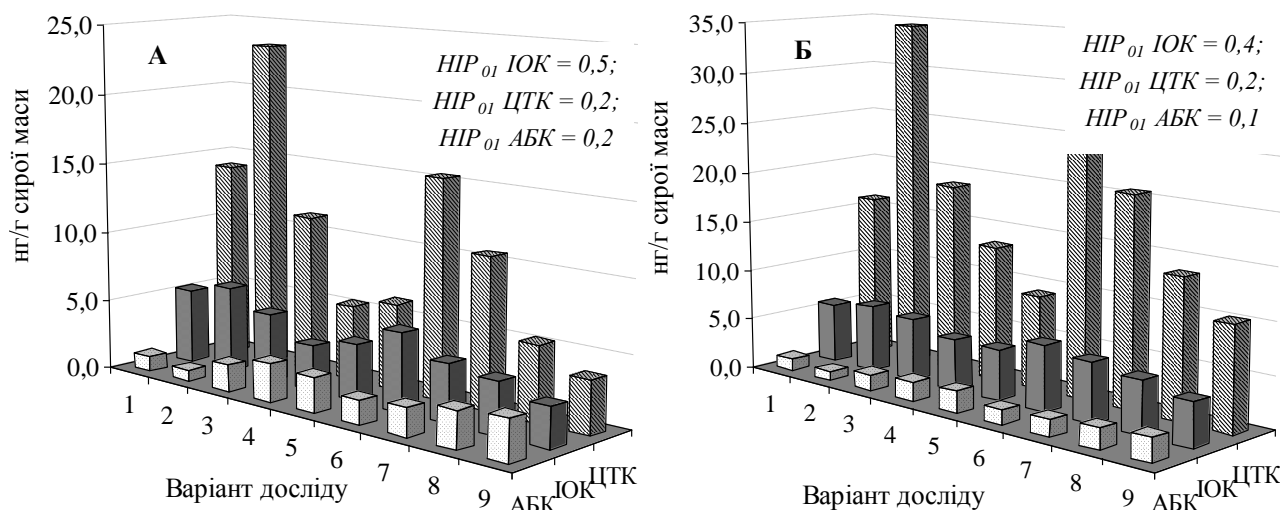


Рис. 5. Вміст фітогормонів у листках ячменю ярого за дії гербіцидів класу сульфонілсечовини Гранстар 75, феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 і РРР Емістим С (вегетаційний дослід, 2009 р.; початок кущіння рослин; А – друга доба, Б – шоста доба після внесення препаратів):

1. Обробка водою (контроль); 2. Емістим С; 3. Гранстар 15 г/га; 4. Гранстар 25 г/га; 5. 2,4-ДА 500 1,0 л/га; 6. Гранстар 15 г/га + Емістим С; 7. Гранстар 25 г/га + Емістим С; 8. Гранстар 15 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С; 9. Гранстар 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С.

Дослідження анатомічної структури листкового апарату ячменю ярого показали залежність її формування від норм гербіцидів різних хімічних класів та поєднання їх застосування у бакових сумішах із рістрегуляторами. На прикладі гербіциду класу сульфонілсечовини Гранстар 75 встановлено, що за норм 10 і 15 г/га кількість клітин хлоренхіми листка зменшувалась у порівнянні з контролем I відповідно на 4 і 10 тис. шт./см², разом з тим за дії гербіциду в нормах 10; 15 і 20 г/га у поєднанні з Емістимом С – на 7; 12 і 2 тис. шт./см² за HI_{P01} 1,8. За норми використання Гранстара 75 25 г/га як роздільно, так із Емістимом С, кількість клітин у порівнянні з контролем зростала відповідно на 10 і 7 тис. шт./см². Одержанні дані демонструють обернену залежність щодо об'єму однієї клітини ($r = -0,91$): чим меншою була кількість клітин, тим більшим був об'єм однієї клітини і навпаки. Збільшення середнього об'єму однієї клітини, яке особливо наглядно простежувалось у варіантах досліді, де гербіцид застосовували у поєднанні з РРР, супроводжувалось збільшенням у ній числа хлоропластів. Вочевидь, за сумісної дії гербіциду з Емістимом С у фотосинтезуючих тканинах рослин відбувається активування процесів реплікації пластид.

За оптимальних норм застосування гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів із РРР у рослин ячменю ярого простежується зменшення числа клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка, але при цьому їх розміри збільшуються. У той же час за максимальних норм внесення гербіцидів, особливо без РРР, число клітин епідермісу на 1 мм² листка зростає, але розміри їх зменшуються.

Для більш ґрунтової оцінки ступеня реагування рослин на дію біологічно активних речовин нами було запропоновано користуватись коефіцієнтом морфоструктури листкового апарату ($K_m = n/n_1$, де n – кількість клітин епідермісу на одиниці поверхні листка у варіанті із застосуванням препаратів; n_1 – кількість клітин епідермісу у варіанті без застосування препаратів). Виконані розрахунки показали, чим нижче значення коефіцієнта K_m (менше за 1), тим менша кількість клітин формується на одиниці поверхні листка, але вони мають більші розміри й площу. Така анатомічна структура відповідає мезоморфному типу листкової поверхні і характерна для мезофітних рослин, які відзначаються високою продуктивністю.

Збільшення показника K_m (до одиниці і вище) свідчить про зростання кількості клітин епідермісу на одиниці поверхні листка, але площа клітин при цьому зменшується. Це відповідає ксероморфному типу листкового апарату, який характерний для рослин, що ростуть і розвиваються у менш сприятливих для них умовах.

Статистично доведена тісна пряма кореляційна залежність між K_m і кількістю клітин епідермісу на 1 мм^2 поверхні листка ($r = 1,0$) та тісна зворотня за напрямом кореляційна залежність між K_m та площею однієї клітини епідермісу ($r = -0,89$).

Узагальнюючи результати анатомічної структури епідермісу можна констатувати, що мезоморфний тип листкового апарату формувався за використання у посівах ячменю ярого бакових сумішей Гранстару 75 15 г/га + Емістим С, що відповідало коефіцієнту морфоструктури – 0,86; Гранстару 75 10 і 15 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га – 0,88 і 0,85 відповідно; Лінтуру 70WG 100 г/га + Агат-25К – 0,71; Калібру 75 40 і 50 г/га + Агат-25К + Агростимулін – 0,76 і 0,74 відповідно. Формування мезоморфної структури листків у цих варіантах досліду забезпечувало зростання площі листкового апарату в порівнянні з контролем І у середньому на 18–52%. За використання підвищених норм гербіцидів, особливо без PPP (Гранстар 75 25 г/га, Гранстар 75 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га, Лінтур 70 WG 140 г/га, Калібр 75 70 г/га), у рослин ячменю ярого формувався листковий апарат ксероморфного типу, який відповідав коефіцієнту морфоструктури 0,98–1,03. Дрібноклітинний листковий апарат був характерний і для ячменю ярого, вирощуваного без застосування препаратів (контроль І), що є свідченням конкурентних взаємовідносин рослин з бур'янистим компонентом агроценозу.

Досліджувані гербіциди та їх суміші з PPP впливали на анатомо-морфологічну структуру стебла ячменю ярого, однак найбільш активно дія препаратів проявлялась по відношенню формування довжини останніх міжвузлів, в яких за оптимальних норм гербіцидів у сумішах із PPP число судинно-волокнистих пучків зростало на 26–38%, а їх площа при цьому збільшувалась на 24–40%. Це в певній мірі може свідчити про активізацію процесів водообміну в рослинах, які покращуються за знищення в посівах гербіцидами бур'янів.

Між довжиною стебла ячменю ярого та його анатомічною структурою встановлена пряма кореляційна залежність ($r = 0,95$).

Формування та активність мікробних угруповань ризосфери ячменю ярого за інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Гербіциди класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів у значній мірі впливають на розвиток мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого, однак

їх дія на мікробіоту реалізується переважно опосередковано – через продукування та виділення рослинами в ризосферу ексудатів та продуктів метаболізму гербіцидів. Встановлено, що підвищені норми гербіцидів класу сульфонілсечовини Гранстар 75 та Калібр 75 на початкових етапах після застосування зумовлюють пригнічення розвитку ризосферних бактерій на 3–22%. Сумісне застосування цих гербіцидів із РРР (Емістим С, Агат-25К, Агростимулін) знижує їх негативну дію на мікроорганізми ризосфери та в подальшому призводить до стимулювання їх розвитку.

Бакові суміші гербіцидів класу сульфонілсечовини (Гранстар 75) із феноксикарбокислотами (2,4-ДА 500, Дікопур Ф 600) в початковий період зумовлюють пригнічення розвитку бактерій як тих, що засвоюють вуглець і азот органічних сполук, так і тих, що використовують азот мінеральних сполук. Послаблення негативної дії бакових сумішей гербіцидів на ризосферну мікробіоту простежується на 10-ту і 20-ту добу після внесення препаратів, особливо за поєднання їх використання з РРР.

За обробки посівів ячменю ярого гербіцидом класу сульфонілсечовини Гранстар 75 у бакових сумішах із феноксикарбокислотами 2,4-ДА 500 і Дікопур Ф 600 відбувається зростання (на 18–37%) коефіцієнта мінералізації органічної частини ґрунту, що може бути наслідком стимуляції розвитку в ризосфері мікроорганізмів, які беруть активну участь у деградації азотовмісних складових сульфонілсечовинних препаратів. Послаблення мінералізаційних процесів у ризосфері ячменю ярого простежується за сумісного використання бакових сумішей Гранстара 75, 2,4-ДА 500 та Дікопуру Ф 600 з РРР Емістим С, що узгоджується з формуванням у ризосфері підвищеного вмісту органічних речовин, за яких мінералізаційна здатність ґрунтової мікробіоти знижується.

Комбінований гербіцид Лінтур 70WG у всіх досліджуваних нормах не впливав негативно на розвиток ризосферних мікроорганізмів ячменю ярого. Водночас найбільша кількість мікроміцетів і бактерій була відмічена в ризосфері ячменю на 20-ту добу після внесення Лінтуру 70WG у нормі 100 г/га сумісно з Агатом-25К, що відповідно на 28–33% перевищувало чисельність мікробіоти в контролі.

Серед еколого-трофічних груп мікроорганізмів найбільшу чутливість до дії гербіцидів Гранстар 75 + 2,4-ДА 500, Лінтур 70WG і Калібр 75 проявляли нітрифікуючі та азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter*, однак за поєднання внесення даних гербіцидів із РРР спостерігалось зниження негативного впливу хімічних препаратів на розвиток цих груп бактерій. Стійкими до дії гербіцидів виявились амоніфікуючі та целюлозоруйнівні бактерії, яким властиві захисні механізми проти дії ксенобіотиків.

Застосування гербіцидів сумісно з рістрегуляторами забезпечувало зростання чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого, що свідчить про залежність їх розвитку від спрямованості проходження фізіолого-біохімічних та ростових процесів у рослинах, якими обумовлюється формування відповідних розмірів кореневої системи та виділення нею в ризосферу ексудатів.

За використання в посівах ячменю ярого сумішей гербіцидів Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С; Дікопур

Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Лінтур 70WG 100 г/га + Агат-25К та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін відмічено зростання у 1,2–1,5 рази інтенсивності дихання ґрунту та в 1,3–1,6 рази – активності ферментів (інвертази, протеази та целюлази).

На прикладі гербіцидів Лінтур 70WG у нормах 90–100 г/га сумісно з Агатом-25К та Калібр 75 – 30–50 г/га сумісно з Агатом-25К і Агростимуліном встановлено достовірне зниження загальної чисельності мікроміцетів філосфери ячменю ярого, у тому числі на 30–60% (залежно від фітосанітарного стану посівів та погодних умов) комплексу фітопатогенів (*Erysiphe graminis*, *Bipolaris sorocaniana*, *Drechslera teres*, *Drechslera graminea*, *Septoria tritici*).

З поміж досліджуваних сумішей вищу ефективність у боротьбі з фітопатогенною мікробіотою ячменю ярого проявив гербіцид Калібр 75 у поєднанні з Агатом-25К і Агростимуліном, що пов'язано із взаємним синергічним підсиленням імуностимулюючих властивостей препаратів по відношенню до рослин та із безпосередньою фунгістатичною дією біопрепарату Агат-25К.

Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни в бур'янах, їх чисельність і видовий склад за інтегрованого застосування гербіцидів із рістрегуляторами. Дослідження, виконані на прикладі *Raphanus raphanistrum* і *Cirsium arvense*, показали, що за обробки їх гербіцидами Гранстар 75 (10–25 г/га) та Гранстар 75 (10–25 г/га) + 2,4-ДА 500 1,0 л/га окремо і в поєднанні з РРР Емістим С на третю добу, а особливо на восьму добу, простежується різке зниження в листках рослин вмісту хлорофілу, цукрів, води та значно гальмується інтенсивність транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів.

Зниження у бур'янів основних фізіолого-біохімічних показників відбувається на однаково високому рівні незалежно від застосування гербіцидів окремо чи в поєднанні з РРР. Вочевидь, індуковані гербіцидом реакції руйнування запускаються у чутливих рослинних організмів набагато швидше і в часі вони значно випереджають захисні механізми, що можуть розвиватися у бур'янів за дії РРР.

Анатомо-морфологічні дослідження листкового апарату *Cirsium arvense* показали, що за обробки бур'яну Хармоні 75 5,0–15 г/га та Лінтуром 70 WG 90–100 г/га у рослин на початкових етапах дії препаратів формується ксероморфний листковий апарат, який може свідчити про запуск пристосувальних механізмів, спрямованих проти дії ксенобіотиків. За норм внесення Хармоні 75 20 г/га і Лінтуру 70 WG 120–140 г/га у *Cirsium arvense* виявлено мезоморфні ознаки листкового апарату, які характерні для листків бур'янів, що не оброблялись гербіцидами. Цей фізіологічний стан свідчить про гальмування ростових процесів у рослин та їх поступову загибель.

Фітосанітарні обстеження посівів ячменю ярого до застосування препаратів показали, що в роки проведення досліджень забур'яненість посівів характеризувалась змішаним типом і була характерною для південного Лісостепу України. В агрофітоценозі в основному домінували малорічні дводольні бур'яни: *Matricaria perforata* Merat., *Raphanus raphanistrum* L., *Thlaspi arvense* L., *Gallium aparine* L. Із багаторічних бур'янів зустрічались коренепаросткові – *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. Злакові бур'яни в посівах проростали досить нерівномірно та були представлені *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv. і *Setaria viridis* (L.) Pal. Beauv.

Як показали дослідження, ефективність знищення гербіцидами класу сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів бур'янів у посівах ячменю ярого визначалась класом хімічних сполук, нормами їх використання та складом бакових сумішей, але незалежно від хімічного класу сполук та складу бакових сумішей відсоток знищених бур'янів у посівах ячменю ярого зростає із наростанням норм внесення гербіцидів. Так, за максимальних норм внесення досліджуваних гербіцидів як окремо, так і в поєднанні з РРР, відсоток знищених бур'янів у посівах ячменю ярого на 25-ту добу обліку складає відповідно 86–99% за кількістю та 98–99% – за масою. У той же час за використання гербіцидів у сумішах із РРР відмічено зростання частки знищених бур'янів за масою в середньому на 1–13% та 1–15% відповідно на 25-ту добу обліку та перед збиранням урожаю. Зростання частки знищених бур'янів за масою при сумісному застосуванні гербіцидів з рістрегуляторами є наслідком підсилення гербіцидної дії препаратів за рахунок підвищення конкурентної спроможності культури (наростання біомаси, площі листкового апарату тощо).

Ефективність знищення гербіцидами бур'янів різного видового складу визначалась класом хімічних сполук та фазою розвитку бур'янистої рослинності на час внесення препаратів. Сульфонілсечовинні гербіциди (Гранстар 75, Хармоні 75 і Калібр 75) більш ефективно контролювали дводольні види бур'янів, у тому числі й коренепаросткові, якщо на час обприскування посівів вони перебували в початкових фазах росту і розвитку.

Бакові суміші гербіцидів класу сульфонілсечовини Гранстар 75 та феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 і Дікопур Ф 600 проявляли високу ефективність у боротьбі з усіма видами дводольних бур'янів, у тому числі й стійкими до гербіцидів похідних 2,4-ДА, незалежно від фази їх розвитку.

Комбінований гербіцид Лінтур 70WG ефективно знищував більшість бур'янів у посівах ячменю ярого: частка знищених бур'янів за кількістю (97%) і масою (99%) наростала зі збільшенням норм використання препарату і, особливо, у варіантах із застосуванням гербіциду в сумішах із Агатом-25К. При цьому фазової резистентності бур'янів до дії гербіциду не відмічалось.

Продуктивність посівів ячменю ярого за інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів. Узагальнення даних урожайності та якості зерна дає підставу стверджувати, що найвища продуктивність посівів ячменю ярого сортів Рось, Звершення і Соборний формувалась за обробки посівів композиціями: Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С; Лінтур 70 WG 100 г/га + Агат-25К; Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін, які забезпечували приріст урожайності зерна в межах 0,7–0,9 т/га за $НІР_{05}$ 0,1–0,3 т/га (табл. 3).

Згідно регламентів ДСТУ 3769–98 зерно, одержане за обробки посівів вищезазначеними композиціями, за якістю відповідало вимогам, встановленим для І класу. Суміш Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15г/га + Емістим С забезпечувала приріст урожайності зерна ячменю ярого сорту Звершення на рівні 0,8 т/га ($НІР_{05}$ 0,1–0,2 т/га), але за фізичними, фізіологічними та біохімічними показниками якості одержане зерно відповідало вимогам стандарту, що передбачені для зерна II класу.

**Продуктивність посівів ячменю ярого за інтегрованої дії гербіцидів
різних хімічних класів і рістрегуляторів**

Сорт і роки	Варіант	Урожай- ність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Круп- ність, %	Здатність зерна до проростання (схожість), %	Вміст білка, %
Рось, 1999–2001 рр.	Без застосування препаратів	3,55	38,4	84	91	9,5
	Емістим С	3,75	40,0	85	92	9,8
	Гранстар 75 15 г/га + Емістим С	4,26	45,0	90	98	10,5
	НІР ₀₅	0,10–0,17	1,5–2,1	1–2	1–2	0,1–0,2
Звершення, 2001–2003 рр.	Без застосування препаратів	3,55	41,0	78	88	9,3
	Емістим С	3,72	42,0	79	89	9,8
	Гранстар 75 10 г/га + 2,4- ДА 500 1,0 л/га + Емістим С	4,45	45,7	86	96	10,3
	НІР ₀₅	0,10–0,16	1,8–2,3	2	2	0,1–0,2
	Без застосування препаратів	3,84	39,8	74	88	9,3
	Емістим С	4,01	40,8	76	89	9,7
	Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С	4,60	45,4	80	97	10,7
	НІР ₀₅	0,11–0,15	1,8–3,1	2	2	0,2–0,4
Соборний, 2003–2005 рр.	Без застосування препаратів	3,56	44,8	75	89	9,8
	Агат-25К	3,74	45,0	78	90	9,9
	Лінтур 70 WG 100г/га + Агат-25К	4,25	48,9	89	96	10,5
	Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К	4,28	48,4	89	97	10,4
	НІР ₀₅	0,12–0,20	1,1–1,4	2	2–3	0,1
Соборний, 2006–2009 рр.	Без застосування препаратів	3,30	44,5	78	88	9,8
	Агат-25К	3,46	45,2	80	90	9,9
	Агростимулін	3,43	45,7	80	90	9,9
	Калібр 75 40 г/га + Агат- 25К + Агростимулін	4,13	49,5	87	97	10,2
	НІР ₀₅	0,16–0,30	1,1–1,9	2	2–3	0,1

За використання вищезгаданих композицій простежувалось підвищення енергії і здатності зерна до проростання (8–10%), активності амілаз (32–78%), вмісту білка (4–15%) та екстрактивності (1–7%) зерна. При цьому бакові суміші Лінтур 70 WG 100 г/га + Агат-25К та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін знижували в середньому на 39% контамінацію зерна субепідермальними мікроміцетами, які є однією з причин псування сировини в процесі солодощення.

Дослідження з визначення забрудненості зерна ячменю ярого залишками препаратів показали, що за внесення у посівах оптимальних по відношенню проходження біологічних процесів у рослинах і ґрунті та формування продуктивності посівів сумішей препаратів, акумуляції їх залишків зерном не простежується, що свідчить про безпечність застосування даних композицій у сільськогосподарському виробництві.

Для з'ясування глибини впливу досліджуваних чинників на формування продуктивності посівів ячменю ярого нами шляхом розрахунку множинних кореляцій та побудови кореляційних матриць було виділено індикаторні ознаки та групи ознак, що склали кореляційні плеяди. Між групами кореляційних плеяд були встановлені зв'язки та побудовано кореляційне кільце (загальна плеяда), що визначає формування продуктивності посівів ячменю ярого (рис. 6).

Аналіз кореляційних плеяд засвідчив тісні кореляційні зв'язки між індикаторними ознаками та показниками, що були вирізнені в межах ознаки-індикатора. Разом з тим аналіз кореляційного кільця показав, що між вирізненими плеядами в основі формування високої продуктивності посівів ячменю ярого за інтегрованої дії гербіцидів і рістрегуляторів лежить: ФПП ($r = 0,80$), мікробіологічна активність ґрунту ($r = 0,71$), анатомічна будова рослин ($r = 0,81$) та рівень забур'янення посівів ($r = -0,81$). За дії цих чинників формується відповідна урожайність посівів, яка тісно корелює з показниками якості врожаю ($r = 0,96$).

Спираючись на дані встановлених нами кореляційних залежностей та рівняння регресій, потенційно можливу урожайність ячменю ярого (Y) за умови дотримання агротехнічних вимог та сприятливих погодних умов можна розрахувати за формулою, що враховує ступінь впливу гербіцидів і РРР на проходження біологічних процесів у рослинах і ґрунті та дію досліджуваних препаратів на бур'янистий компонент агрофітоценозу:

$$Y = Y_{\Gamma} \cdot K_{\Phi A} \cdot K_{AM} \cdot K_{B} \cdot K_{\text{ШК}},$$

де Y_{Γ} – генетично можлива максимальна урожайність сорту, т/га;

$K_{\Phi A}$ – коефіцієнт фотосинтетичної активності посівів;

K_{AM} – коефіцієнт анатомо-морфоструктурних змін;

K_{B} – коефіцієнт біологічної активності ґрунту;

$K_{\text{ШК}}$ – коефіцієнт шкодочинності бур'янів.

Як показують розрахунки, виконані за результатами багаторічних експериментальних досліджень (1999–2009 рр.), за оптимальних норм застосування в посівах ячменю ярого гербіцидів у сумішах з РРР середні значення коефіцієнтів складають: $K_{\Phi A} = 0,98$; $K_{AM} = 0,91$; $K_{B} = 1,01$; $K_{\text{ШК}} = 0,83$.

Тому, зважаючи, що генетично можлива максимальна урожайність досліджуваних нами сортів у середньому складає 7,6 т/га, за оптимальних норм внесення гербіцидів у сумішах із PPP розрахункова врожайність може становити 5,7 т/га.

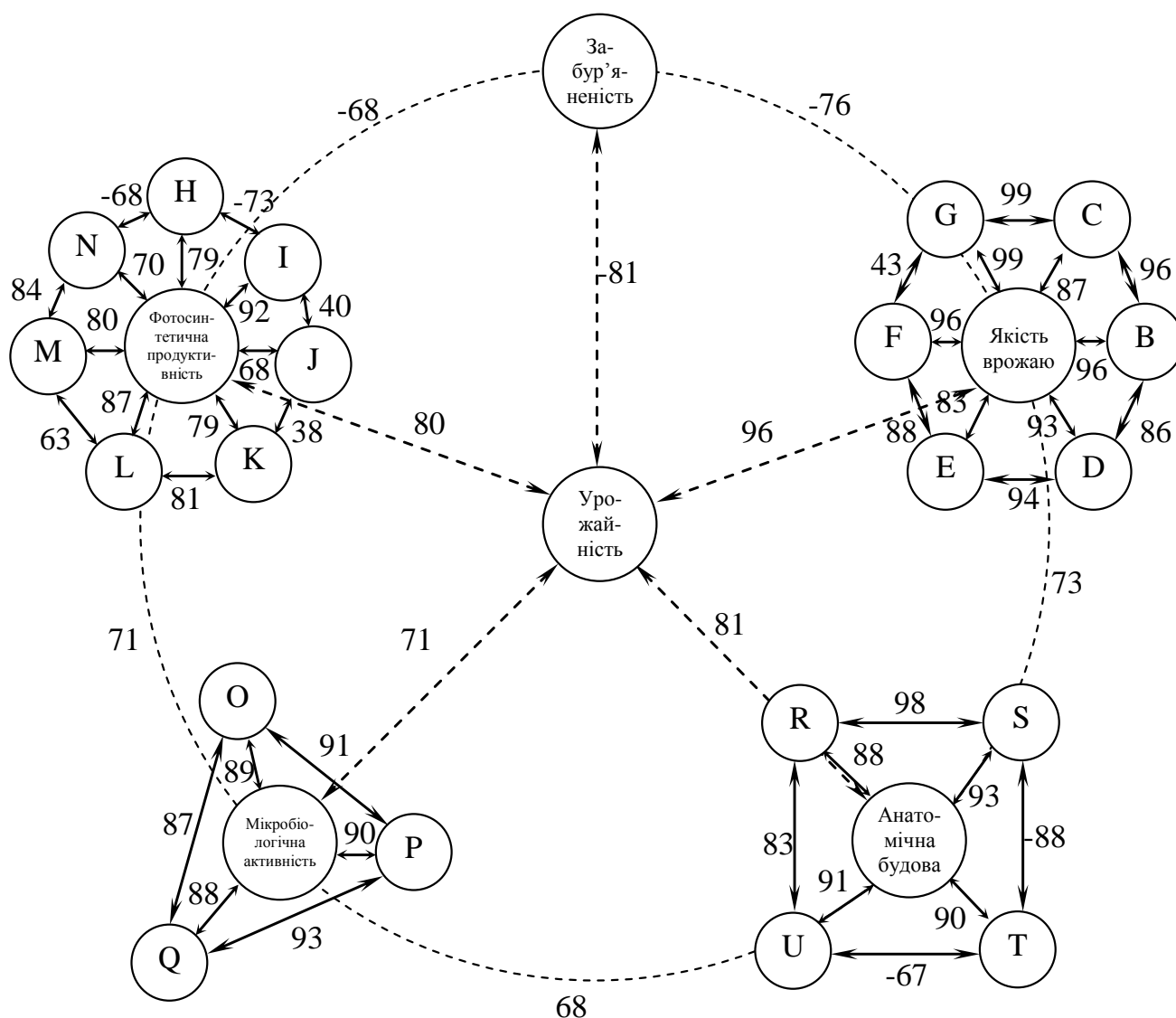


Рис. 6. Кореляційне кільце залежності формування продуктивності ячменю ярого від фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних і агроценотичних показників (1999–2009 рр.):

В – маса 1000 зерен, г; С – вміст білка, %; Д – крупність, %; Е – натура, г/л; F – здатність зерна до проростання, %; G – екстрактивність, %; H – ПОЛ, мкМоль МДА/г сирової маси; I – хлорофіл, %, мг/г сирової маси; J – активність транспорту електронів, мкМоль $K_3Fe(CN)_6$ /мг хлорофілу за годину; K – вміст азоту, %; L – вміст цукрів, %; M – вміст антиоксидантів, мкМоль (мкг)/г сирової маси; N – АОА тканин, %; O – загальна чисельність мікроорганізмів, КУО/г ґрунту; P – чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, КУО/г ґрунту; Q – ферментативна активність ґрунту, мкг (мг)/г (100 г) ґрунту; R – мезоструктурна організація листка, тис. шт./см²; S – площа листя, см²/рослину; T – коефіцієнт морфоструктури листкового апарату; U – фітогормональний баланс, нг/г сирової маси.

Економічна й енергетична оцінка інтегрованого застосування в посівах ячменю ярого різних видів гербіцидів і рістрегуляторів та обґрунтування екологічно безпечних заходів з їх використання. Аналіз економічної ефективності інтегрованого застосування в посівах ячменю ярого гербіцидів і РРР засвідчив, що найбільш економічно вигідним було застосування композицій, що забезпечували формування найвищих приростів зерна та показників його якості, зокрема: Гранстар 75 15 г/га + Емістим С (додатковий прибуток за рахунок використання композиції склав 288 грн/га, рентабельність виробництва 73%); Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С (відповідно 389 грн/га і 58%); Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С (318 грн/га і 64%); Лінтур 70 WG 100 г/га + Агат-25К (391 грн/га і 63%); Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К (406 грн/га і 63%) та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін (733 грн/га і 33%).

За використання даних композицій простежувалось зниження собівартості одного центнера зерна на 13–18%, а коефіцієнт енергетичної ефективності при цьому зростав на 15–22%.

Дослідження шарів ґрунту 0–10; 10–20 і 20–40 см після вирощування ячменю ярого показали відсутність їх забруднення залишками гербіцидів, що свідчить про безпечність цих композицій для навколишнього природного середовища.

Узагальнення результатів дослідження. На основі проведених досліджень зроблено відповідні підсумки щодо теоретичної та практичної сторін виконаної роботи. Обґрунтовано значення одержаних результатів у розробці та впровадженні у виробництво високоефективних композицій препаратів, використання яких сприятиме підвищенню продуктивності посівів.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення проблеми формування продуктивності посівів і якості врожаю ячменю ярого, що полягає в з'ясуванні фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних та агроценотичних механізмів дії гербіцидів різних хімічних класів у сумішах із рістрегуляторами та розробці нових економічно вигідних і екологічно безпечних заходів з їх використання. На підставі проведених всебічних експериментальних досліджень та одержаних результатів встановлено наступне:

1. Гербіциди класу сульфонілсечовини (Гранстар 75, Калібр 75) і феноксикарбоксілових кислот (2,4-ДА 500, Дікопур Ф 600), внесені окремо та в поєднанні з рістрегуляторами, визначають спрямованість перебігу реакцій ПОЛ у рослинах ячменю ярого, проходження яких значно гальмується за інтегрованого їх застосування із РРР. Це супроводжується підвищенням на третю добу активності в рослинах ферментів GST і СОД у середньому відповідно на 55–114 та 100–219%, зростанням вмісту низькомолекулярних антиоксидантів – глутатіону (56–114%) і аскорбату (7–26%) та загальним підвищенням АОА тканин (6–22%).
2. Поєднання застосування гербіцидів різних хімічних класів із рістрегуляторами зумовлює зростання активності в рослинах ячменю ярого ферментів класу оксидоредуктаз, але їх активність залежить від норм внесення гербіцидів у

сумішах та фази розвитку рослин: на початку виходу рослин у трубку активність ферментів із наростанням норм внесення гербіцидів до максимальних знижується, водночас у фазу виходу рослин активність таких ферментів, як аскорбатоксидази і поліфенолоксидази, залишається досить високою і з наростанням у сумішах норм гербіцидів зростає, що демонструє активну участь цих ферментів в адаптаційних реакціях рослин до гербіцидного стресу.

3. Гербіцид класу сульфонілсечовини Гранстар 75 виявляє опосередкований вплив на транспорт електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів ячменю ярого, який виражається послідовністю: гербіцид → генерування АФК → нейтралізація АФК → фотоокиснення води → зміна активності транспорту електронів. Поєднання застосування сульфонілсечовинних гербіцидів та бакових сумішей сульфонілсечовин і феноксикарбоксилових кислот із РРР підвищує активність транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів ячменю ярого, що є свідченням зниження негативного впливу на рослини гербіцидних агентів у результаті зміни перебігу метаболічних процесів у хлоропластах у бік їх активізації.
4. Стан і функціонування пігментного комплексу ячменю ярого визначається класом внесених гербіцидних сполук, нормами їх застосування та складом бакових сумішей. За підвищених норм застосування гербіцидів класу сульфонілсечовини та їх бакових сумішей з гербіцидами класу феноксикарбоксилових кислот у листках ячменю ярого простежується зниження вмісту хлорофілів *a* і *b* та їх суми (2–21%), що є наслідком гальмування під дією гербіцидів синтезу хлорофілів або ж їх руйнування ферментом хлорофілазою, активність якої при цьому зростає в середньому на 4–42%. За інтегрованої дії гербіцидів класу сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів із рістрегуляторами негативна дія хімічних агентів на рослини ячменю ярого знижується, що забезпечує зростання вмісту в листках суми хлорофілів *a* і *b* у середньому на 15–62%, СЗК – на 13–17%.
5. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого знаходиться в тісній залежності ($r = 0,79-0,87$) від активності нагромадження рослинами вуглецевих та азотовмісних сполук. Найвищий вміст цукрів і азоту в листках ячменю ярого відмічено за використання в посівах гербіцидів класу сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів у сумішах із РРР, де перевищення контролю у фазу виходу рослин у трубку складало в середньому 26–56%.
6. Оптимальні норми гербіцидів у сумішах із рістрегуляторами забезпечують зростання ФПХ і ФПП у середньому відповідно на 30–132% та 40–80%. Між ФПП і ФПХ та ФПП і вмістом у рослинах хлорофілу виявлено тісні кореляційні зв'язки ($r = 0,75; 0,92$).
7. Фітогормональний статус ячменю ярого за дії гербіцидів зазнає змін, які можуть бути оцінені як стресові реакції, що мають складний перебіг і динаміку. За внесення гербіцидів різних хімічних класів без РРР відбувається зниження вмісту в листках ячменю гормонів-активаторів росту та відбувається збільшення вмісту стресового гормону – АБК. За сумісного внесення гербіцидів із РРР простежується зниження вмісту АБК у листках рослин за одночасного

підвищення рівня ІОК та ЦТК, що свідчить про запуск механізмів виходу рослин із стресового стану та підвищення рівня їх адаптивних можливостей завдяки протекторним та антидотним властивостям РРР.

8. Гербіциди класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів зумовлюють значні зміни в анатомічній структурі окремих тканин і органів ячменю ярого. За сумісного використання гербіцидів із рістрегуляторами в листках ячменю зростає об'єм клітин хлоренхіми та число в них хлоропластів, що відповідає коефіцієнту морфоструктури 0,7–0,9, який характерний для мезоморфного типу листового апарату. За використання підвищених норм гербіцидів без РРР коефіцієнт морфоструктури ячменю ярого зростає до одиниці і вище, але за анатомічною будовою листовий апарат набуває ксероморфних ознак, що є свідченням росту і розвитку рослин у менш сприятливих для них умовах.
9. За сприятливих погодних умов, позитивної дії бакових сумішей гербіцидів із рістрегуляторами на знищення в посівах бур'янів та проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів спостерігається формування ячменем ярим більшої довжини міжвузль та загальної довжини стебла. При цьому в міжвузлях збільшується кількість судинно-волокнистих пучків (на 6–38%) та їх розмірів (5–40%), що вказує на активізацію в рослинах процесів водообміну, які є важливою умовою формування високої фотосинтетичної і господарської продуктивності посівів.
10. Гербіциди класів сульфонілсечовини і феноксикарбоксилових кислот за підвищених норм застосування здатні пригнічувати розвиток загальної чисельності мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого та окремих еколого-трофічних груп. Найбільшу чутливість до дії гербіцидів Гранстар 75 + 2,4-ДА 500, Лінтур 70WG і Калібр 75, внесених без РРР, проявляють нітрифікуючі та азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter*, разом з тим амоніфікуючі та целюлозоруйнівні бактерії, яким властиві захисні механізми, на внесення препаратів реагують менш виражено. Послаблення негативної дії гербіцидів на ризосферну мікробіоту простежується на 10-ту і 20-ту добу після внесення препаратів, особливо за використання їх у поєднанні з рістрегуляторами.
11. За використання в посівах ячменю ярого сумішей гербіцидів Гранстар 75 15 г/га + Емістим С, Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С, Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С, Лінтур 70WG 100 г/га + Агат-25К та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін спостерігаються найвищі показники інтенсивності дихання та ферментативної активності ґрунту, що узгоджується з даними високої чисельності загальної мікробіоти в ризосфері рослин і окремих її фізіологічних груп ($r = 0,87–0,93$), за діяльності якої проходження трансформаційних процесів у ґрунті значно підвищується. У той же час підвищена інтенсивність дихання ґрунту є свідченням високої фізіолого-біохімічної активності ячменю ярого, за якої продукування та виділення кореневою системою рослин у ґрунт вуглекислоти зростає.
12. Розвиток філосферної мікробіоти ячменю ярого за дії Лінтуру 70WG, Калібру 75 та Агату-25К і Агростимуліну залежить від норм внесення у сумішах гербіцидів: за мінімальних та оптимальних норм чисельність бактерій і мікроміцетів

філосфери зростає або рівняється контрольним показникам, а за наростання норм внесення до максимальних – знижується. Найістотніше зниження мікробіоти філосфери ячменю ярого простежується серед мікроміцетів, у тому числі й фітопатогенних, що обумовлюється фунгістатичними властивостями препарату Агат-25К.

13. За дії в посівах ячменю ярого гербіцидів Гранстар 75 і сумішей Гранстарау 75 з 2,4-ДА 500 проходження фізіолого-біохімічних процесів у листках бур'янів *Raphanus raphanistrum* і *Cirsium arvense* пригнічується на однаково високому рівні незалежно від їх застосування роздільно чи в сумішах із PPP та зростає із збільшенням норм внесення гербіцидів: вміст хлорофілу, цукрів і води при цьому знижується відповідно на 5–99%, 36–96% та 47–89%, а фотохімічна активність хлоропластів – на 81–94%.
14. Ефективність знищення гербіцидами бур'янів у посівах ячменю ярого зростає зі збільшенням норм внесення препаратів, але вища частка знищених бур'янів за масою (до 99%) простежується за сумісного застосування гербіцидів із PPP, що є наслідком підсилення гербіцидної дії препаратів на бур'янисту рослинність за рахунок підвищення конкурентної спроможності культури.
15. Ефективність знищення окремих видів бур'янів у посівах ячменю ярого гербіцидами класу сульфонілсечовини визначається фазою їх розвитку. Високу ефективність препарати проявляють, якщо на час обприскування ними посівів дводольні бур'яни, у тому числі й коренепаросткові, перебувають у початкових фазах росту і розвитку. Комбінований гербіцид Лінтур 70WG та бакові суміші гербіцидів класу сульфонілсечовини (Гранстар 75) з феноксикарбоксилловими кислотами (2,4-ДА 500 і Дікопур Ф 600) проявляють високу ефективність у боротьбі з дводольними бур'янами, в тому числі й стійкими до ауксиноподібних гербіцидів, незалежно від фази їх розвитку.
16. Формування врожайності і якості зерна ячменю ярого знаходиться в тісній залежності від активності проходження фізіолого-біохімічних ($r = 0,80$), анатомо-морфологічних процесів ($r = 0,81$) у рослинах та мікробіологічних ($r = 0,71$) у ґрунті, спрямованість яких по відношенню до рослин визначаються хімічним класом і нормами внесених гербіцидів окремо та в поєднанні з PPP. Найвища врожайність і якість зерна пивоварного ячменю, що визначена для зерна I класу, формується за дії в посівах композицій: Гранстар 75 15 г/га + Емістим С; Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С; Лінтур 70WG 100 г/га + Агат-25К; Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К та Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін; II класу – Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С. За використання цих композицій врожайність ячменю підвищується на 0,7–0,9 т/га, додатковий прибуток при цьому складає 288–733 грн/га, рівень рентабельності виробництва — 33–73%, окупність додаткових витрат зростає у 5–10 разів, а коефіцієнт енергетичної ефективності сягає 5,2–5,8. Одержані дані свідчать про енергоресурсоекономність даних композицій щодо використання у сільськогосподарському виробництві та розкривають можливості до цілеспрямованого зменшення норм внесення окремих видів гербіцидів (у середньому на 17–38% проти рекомендованих) у сумішах із PPP.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

I. Для підвищення врожайності і якості зерна ячменю ярого та зниження хімічного навантаження на рослини і ґрунт у посівах культури внесення гербіцидів доцільно поєднувати в сумішах із рістрегуляторами, які забезпечують антистресову, імуностимулюючу та антидотну дії, зокрема:

- для знищення дводольних бур'янів, особливо в початкових фазах їх росту і розвитку, доцільно застосовувати бакові суміші, що містять гербіцид класу сульфонілсечовини і рістрегулятор (Гранстар 75 15 г/га + Емістим С), а для забезпечення одночасного зниження рівня ураження посівів збудниками захворювань – бакові суміші гербіцидів класу сульфонілсечовини і комбінованих препаратів у поєднанні з рістрегуляторами та мікробіологічними препаратами із рістстимулювальними властивостями (Лінтур 70 WG 100г/га + Агат-25К; Хармоні 75 15 г/га + Агат-25К; Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін);
- для знищення дводольних видів бур'янів, незалежно від фази їх розвитку, у тому числі й стійких до ауксиноподібних гербіцидів, необхідно вносити бакові суміші, що складаються з гербіциду класу сульфонілсечовини, феноксикарбокислових кислот і рістрегулятора (Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Емістим С і Дікопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Емістим С).

II. Експериментальні дані роботи можуть бути використані в подальших фундаментальних дослідженнях:

- у фізіології рослин – для комплексного розкриття і з'ясування механізмів дії гербіцидів різних хімічних класів у сумішах із рістрегуляторами на рослинні організми та цілеспрямованої розробки високоефективних композицій препаратів з мінімальним негативним впливом на культурні рослини;
- у мікробіології – для розробки мікробіологічних основ взаємодії фізіологічно активних речовин з ґрунтовою, філосферною та іншими видами мікробіоти з метою встановлення шляхів регулювання їх життєдіяльності в бік зростання урожайності посівів;
- у гербології – для розробки ефективних заходів боротьби з бур'янистою рослинністю, що ґрунтуються на підвищенні конкурентної спроможності сільськогосподарських культур за рахунок інтегрованого застосування гербіцидних агентів з рістрегуляторами;
- в екології – для подальшої розробки і удосконалення шляхів зниження хімічного навантаження на агроценози.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Навчальні посібники

1. Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур: [навчальний посібник] / Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б.; за ред. академіка З. М. Грицаєнко. – Умань, 2005. – 686с.

2. Біологічно активні речовини в рослинництві: [навчальний посібник] / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б.; за ред. академіка З. М. Грицаєнко. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2008. – 352с.

Статті у фахових виданнях

3. Грицаєнко З. М. Залежність фізіологічних процесів та продуктивності посівів ярого ячменю від застосування різних норм гербіциду Гранстару окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Емістимом С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2004. – Вип. 58. – С. 147–153. (Ведення експерименту, узагальнення результатів дослідження, підготовка до друку).
4. Грицаєнко З. М. Фотосинтетична продуктивність посівів ярого ячменю залежно від застосування біопрепарату Агат–25К з гербіцидом Лінтур // З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2005. – Вип. 59. – С. 74–80. (Планування та проведення експерименту, аналіз та узагальнення результатів, підготовка до друку).
5. Грицаєнко З. М. Анатомічні зміни в будові фотосинтетичного апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару і біостимулятора росту Емістима С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2006. – Вип. 62. – Ч.1. – С. 9–15. (Розробка програми досліджень, проведення експерименту, підготовка до друку).
6. Карпенко В. П. Вміст аскорбінової кислоти й активність аскорбатоксидази в листках ячменю ярого за дії суміші гербіцидів / В. П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2007. – Вип. 64. – Ч.1. – С. 14–20.
7. Карпенко В. П. Загальна чисельність бактерій в ризосфері ярого ячменю та мінералізаційні процеси в ґрунті при застосуванні сумішей гербіцидів Гранстару й 2,4-ДА / В. П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2007. – Вип. 65. – Ч. 1. – С. 9–16.
8. Грицаєнко З. М. Забур'яненість посівів ярого ячменю за комплексної дії бакових сумішей гербіцидів похідних арилоксиоцтової кислоти та сульфонілсечовини / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Таврійський науковий вісник: зб. наук. праць ХДАУ. – Херсон, 2007. – Вип. 52. – С. 39–43. (Планування експерименту, проведення досліджень, опрацювання результатів, написання статті).
9. Грицаєнко З. М. Формування надземної біомаси, площі асиміляційного апарату і пігментного комплексу ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Лінтуру та його сумішей із біопрепаратом Агат-25К / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2008. – С. 60–70. (Планування та постановка експерименту, аналіз одержаних даних та їх узагальнення, написання статті).
10. Карпенко В. П. Залежність вмісту білка та фізичних показників якості зерна ячменю ярого від використання різних норм гербіциду Лінтур окремо й сумісно з біопрепаратом Агат-25К / В. П. Карпенко // Корми і кормовиробництво: міжв. темат. наук. зб. – Вінниця, 2008. – С. 250–257.

11. Карпенко В. П. Урожайність і якість зерна ячменю ярого за використання гербіциду Лінтуру й біопрепарату Агат-25К / В. П. Карпенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2008. – Вип. 3 (46). – Т. 2. – С 112–118.
12. Білоножко В. Я. Анатомічна структура епідермісу листкового апарату ячменю ярого за дії гербіциду Лінтур і його бакових сумішей із біопрепаратом Агат-25К / В. Я. Білоножко, В. П. Карпенко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 1. – С. 5–8. (Виконання польових та лабораторних досліджень, аналіз результатів, написання статті).
13. Карпенко В. П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С / В. П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2009. – Вип. 72. – Ч.1. – С. 30–39.
14. Грицаєнко З. М. Фізіолого-біохімічні механізми зниження негативної дії гербіцидів на рослини ячменю ярого за їх використання у бакових сумішах із біологічно активними речовинами / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Агроекологічний журнал. – 2010. – Вересень. – С.63–65. (Обґрунтування концепції досліджень, аналіз одержаних результатів, підготовка статті до друку).
15. Карпенко В. П. Активність окремих ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів і регулятора росту рослин / В. П. Карпенко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2010. – Вип. 74. – Ч.1. – С. 64–71.
16. Карпенко В. П. Вплив гербіциду Хармоні 75 і мікробіологічного препарату Агат-25К на врожайність ячменю ярого / В. П. Карпенко // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – Львів – Оброшино, 2010. – Вип. 52. – Ч. 1. – С. 48–52.
17. Грицаєнко З. М. Ефективність бакових сумішей гербіциду Калібр 75 з біологічними препаратами у посівах ячменю ярого / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». – К., 2010. – Вип.4. – С. 113–119. (Проведення досліджень та аналіз одержаних даних).
18. Карпенко В. П. Фотохімічна активність хлоропластів ячменю ярого за дії гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С / В. П. Карпенко // Агробіологія: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2010. – Вип. 4(80). – С. 16–19.
19. Грицаєнко З. М. Стан пігментного комплексу листкового апарату ячменю ярого за дії гербіцидів і регулятора росту рослин / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Карантин і захист рослин. – 2010. – № 12.– С. 7–10. (Виконання експериментів, інтерпретація одержаних даних, написання статті).
20. Грицаєнко З. М. Фотосинтетична продуктивність і врожайність ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 1.– С. 22–24. (Постановка завдання, проведення досліджень, аналіз літературних і експериментальних даних. обґрунтування висновків).

21. Грицаєнко З. М. Мезоструктурна організація листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів [Електронний ресурс] / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Наукові доповіді НУБіП. – 2011. – №2(24). – Режим доступу до журн.: /http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11gzm.pdf. (Проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).
22. Карпенко В. П. Вміст цукрів і азоту в листках ячменю ярого на фоні сумісного використання гербіцидів і регулятора росту / В. П. Карпенко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2011. – Вип. 75. – Ч. 1. – С. 69–76.
23. Карпенко В. П. Вміст цукрів у листках ячменю ярого за дії гербіциду і біологічного препарату / В. П. Карпенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2011. – Вип.1 (58). – С. 152–158.
24. Грицаєнко З. М. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних хімічних класів і рістрегулюючих препаратів / З. М. Грицаєнко, О. В. Поживілова, В. П. Карпенко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2011. – С. 25–38. (Обґрунтування завдань дослідження, ведення експериментів, узагальнення одержаних даних, підготовка до друку).
25. Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні зміни у *Raphanus raphanistrum* L. за дії в посівах ячменю ярого гербіциду Гранстар 75 і рістрегулятора Емістим С / В. П. Карпенко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2011. – Вип. 76. – Ч. 1. – С. 7–13.

Патенти

26. Пат. 63174А Україна МПК А01N43/40. Копозиція з гербіцидною і стимулюючою дією для підвищення продуктивності ярого ячменю / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, С. М. Герасименко, В. П. Карпенко, Г. С. Боровикова. – № 2003021385; заявл. 17.02.2003; опубл. 15.01.04., Бюл. № 1. – 6 с.
27. Пат. 61503А. Україна МПК А01N43/40. Композиція з гербіцидною та стимулюючою дією для підвищення продуктивності озимої пшениці / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, С. М. Герасименко, І. Б. Леонтюк, В. П. Карпенко, Г. С. Боровикова. – № 2003021386; заявл. 17.02.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. №11. – 10с
28. Пат. 61502А. Україна МПК А01N43/40. Композиція з гербіцидною та стимулюючою дією для підвищення продуктивності озимої пшениці / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, С. М. Герасименко, І. Б. Леонтюк, В. П. Карпенко, Г. С. Боровикова. – № 2003021383; заявл. 17.02.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. №11. – 16с.

Рекомендації виробництву

29. Інтегрована система захисту ярих зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів: [рекомендації] / І. І. Мостов'як, В. П. Карпенко, А. П. Березовський. – Умань: Центр навчання та підтримки с.-г. товаровиробників Черкаської області, 2004. – Вип. 73. – 21с.

30. Новітні технології застосування гербіцидів сумісно з біопрепаратами в посівах ярого ячменю: [рекомендації] / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, В. А. Жилкін. – Умань: Міністерство аграрної політики України, Уманський ДАУ, 2007. – 10 с.
31. Новітні технології застосування гербіциду Гранстару з біостимулятором росту рослин Емістимом С у посівах ярого ячменю: [рекомендації] / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, В. А. Жилкін. – Умань: Міністерство аграрної політики України, Уманський ДАУ, 2007. – 10 с.
32. Застосування бакових сумішей гербіцидів класів феноксикарбоксилової кислоти, сульфонілсечовини і регулятора росту в посівах ярого ячменю: [рекомендації] / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, В. А. Жилкін. – Умань: Міністерство аграрної політики України, Уманський ДАУ, 2007. – 10 с.
33. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах і мікробіологічна активність ґрунту при застосуванні регуляторів росту рослин і бактеріальних препаратів: [рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності] / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк // Посібник українського хлібороба. – 2009. – Спецвипуск. – С. 72–83.
34. Ефективність застосування біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур і їх сумішей з гербіцидами: [рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності] / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк // Посібник українського хлібороба. – 2009. – Спецвипуск. – С. 83–94.

Статті в інших виданнях

35. Грицаєнко З. М. Бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту – ефективний засіб підвищення продуктивності зернових культур / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Пропозиція. – 2003. – № 3. – С. 69.
36. Грицаєнко З. М. Мікробіологічна активність ризосфери ярого ячменю при сумісному застосуванні гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстару з біостимулятором росту Емістимом С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Вісник Уманського ДАУ. – 2005. – № 1–2. – С. 27–32.
37. Грицаєнко З. М. Влияние совместного применения гербицида Линтура и биопрепарата Агата-25К на физиолого-биохимические процессы в растениях ярового ячменя / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Материали первой Межд. научно-практической конференции [«Нетрадиционные методы в медицине, биологии и растениеводстве. Эниология. Экология и здоровье»], (Кишинэу, 15–17 сент. 2005 г.). – Кишинэу, 2005. – 259–264.
38. Біологічні процеси і продуктивність с. – г. культур при застосуванні хімічних і біологічних препаратів та шляхи зменшення гербіцидного навантаження на зовнішнє середовище / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк, О. В. Голодрига, О. І. Заболотний // Праці Міжн. наукової конференції [«Вчені вищої школи України – селу»], (Київ–Умань, 5–7 липня 2006 р.). – Київ–Умань, 2006. – С. 73–87.
39. Грицаєнко З. Фізіологічні процеси в рослинах ярого ячменю і мікробіологічні процеси в ґрунті за дії гербіциду Гранстару й регулятора росту рослин Емістиму С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Матеріали науково-практичної

конференції [«Теоретичні і практичні аспекти використання національного генофонду та ефективні екологічно безпечні технології виробництва сільськогосподарської продукції»], (Львів, 25 – 27 червня 2008 р.) – Львів, 2008. – С. 99 – 105.

40. Грицаєнко З. М. Проблемна науково-дослідна лабораторія від МінАПК України і новітні технології виробництва високоякісної продукції рослинництва / З. М. Грицаєнко, І. Б. Леонтюк, В. П. Карпенко. – Вісник УДАУ. – 2009. – № 1 – 2. – С. 89 – 96.
41. Грицаєнко З. М. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого і продуктивність посівів за дії гербіциду Калібру 75 і біологічно активних речовин / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К.: Логос, 2009. – Т. 2. – С. 51–61.
42. Карпенко В. П. Влияние гербицида и биологически активных веществ на физиолого-биохимические процессы в растениях ярового ячменя и формирование продуктивности посевов / В. П. Карпенко // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов «Вклад молодых ученых в развитие инноваций аграрной науки»: сборник статей. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2009. – С. 84–88.

Матеріали з'їздів, конференцій

43. Грицаєнко З. М. Вплив бакових сумішей гербіцидів – похідних арилоксиоцтової кислоти та сульфонілсечовини на знищення різних видів бур'янів у посівах ярого ячменю / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Матеріали конференції [„Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження”], (Київ, 5-6 березня 2002 р.). – К., 2002. – С. 45–47.
44. Hrytsaienko Z. M. Efficiency of the use of container herbicide mixtures under spring barley and their effect on photosynthetic productivity of sown areas / Z. M. Hrytsaienko, V. P. Karpenko // International Conference [“Photosynthesis and Crop Production”], (Kyiv, 7–11 October 2002). – Kyiv, 2002. – P. 54 – 55.
45. Грицаєнко З. М. Вплив гербіцидів групи сульфонілсечовини на анатомічну будову листкового апарату ярого ячменю / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // II Міжн. конференція [«Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти»], (Львів, 18–21 серпня 2004 р.). – Львів: Видавництво «Сполом», 2004. – С. 154.
46. Карпенко В. П. Ефективність дії гербіцидів у посівах ярого ячменю залежно від складу бакових сумішей та фазової резистентності бур'янів до препаратів / В. П. Карпенко // Матеріали конференції молодих вчених [«До 160 річчя Уманського ДАУ»], (Умань, 25 – 26 березня 2004 р.). – Умань, 2004. – С. 32 – 34.
47. Леонтюк І. Б. Ефективність застосування бакових сумішей гербіцидів на посівах ярих зернових культур / І. Б. Леонтюк, В. П. Карпенко // Тези наукової конференції молодих вчених. – Умань, 2005. – С. 49 – 51.
48. Карпенко В. П. Формування площі асиміляційного апарату ярого ячменю залежно від застосування різних норм гербіциду Лінтуру, внесених окремо й сумісно з біофунгіцидом Агат–25К / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Матеріали

- Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. – Умань, 2006. – С. 15 – 16.
49. Грицаєнко З. М. Фітосанітарний стан посівів ярого ячменю залежно від застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру сумісно з біофунгіцидом Агат–25К / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Матеріали Міжнародної наукової конференції [«Аграрна наука і освіта ХХІ століття»], (Умань, 4 – 6 липня 2006 р.). – Умань, 2006. – С. 9 – 10.
50. Карпенко В. П. Залежність продуктивності ярих зернових колосових культур від дії бакових сумішей гербіцидів різних хімічних класів / В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції [«Сучасні наукові дослідження – 2006»], (Дніпропетровськ, 20 – 28 лютого, 2006 р.). – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 20 – 22.
51. Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ярих зернових колосових культур при сумісному застосуванні гербіцидів з рістрегулюючими речовинами / В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк, І. І. Мостов'як // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. – Умань, 2007. – Ч. 1. – С. 189–190.
52. Карпенко В. П. Вплив бакових сумішей гербіцидів Дікопуру Ф і Гранстару на активність аскорбатоксидази в листках ярого ячменю / В. П. Карпенко // Матеріали III Межд. науч. – практ. конференции [«Дни науки – 2007»], (Днепропетровск, 1 – 15 апреля 2007 г.). – Днепропетровск: «Наука и образование», 2007. – Т. 10. – С. 44 – 46.
53. Грицаєнко З. М. Мікробіологічні процеси в ризосфері ярого ячменю за дії сумішей гербіцидів / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Мат. наук.–практ. конференції молодих учених [«Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва»], (Київ, 22 – 24 травня 2007р.) – К., 2007. – С. 79–80.
54. Грицаєнко З. М. Активність мікробіологічних процесів у ризосфері ярого ячменю за дії гербіциду й рістрегулятора росту Емістиму С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Сб. мат. Межд. конференции [«Radostim 2007. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве»], (Киев, 12 – 16 июня 2007г.). – К., 2007. – С. 176.
55. Грицаєнко З. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ярого ячменю і продуктивність посівів за дії гербіциду Гранстару й Емістиму С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // III Міжн. конференція [«Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти»], (Львів, 4–6 жовтня 2007 р.). – Львів: Видавництво «Сполом», 2007. – С. 127.
56. Грицаєнко З. Вплив бакових сумішей Агату–25К з Лінтуром на вміст фотосинтетичних пігментів у листках ярого ячменю / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Сб. мат. Межд. конференции [«Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве»], (Киев, 10 – 13 июня 2008 г.). – К., 2008. – С. 82–83.
57. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів / В. П. Карпенко // Мат. Всеукр. наук. конференції молодих учених. – Умань, 2008. – Ч.1. – С. 17 – 19.

58. Карпенко В. П. Вплив гербіциду Лінтур, внесеного окремо й сумісно з біопрепаратом Агат–25К, на якість зерна ячменю ярого / В. П. Карпенко // Тези доповідей Міжн. наук. конф. [«Сучасні проблеми виробництва і використання рослинного білка: глобальні зміни та ризики»], (Вінниця, 18 – 19 червня 2008 р.). – Вінниця, 2008. – С. 27.
59. Карпенко В. П. Вплив комплексного застосування гербіцидів з біологічними препаратами на забур'яненість посівів ячменю ярого / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як // Тези доп. Всеукр. наук. конф. молодих учених та спеціалістів [«Інтегрований захист рослин в Україні»], (Київ, 3 – 5 грудня 2008 р.). – Київ: «Колобіг», 2008. – С. 51 – 52.
60. Карпенко В. П. Зміни в анатомічній структурі епідермісу листкового апарату ячменю ярого за використання бакових сумішей гербіциду Лінтуру із біопрепаратом Агат–25К / В. П. Карпенко // Збірник матеріалів Всеукр. наук.–практ. конференції [«Сучасні наукові досягнення – 2008»], (Миколаїв, 29 – 30 листопада 2008 р.). – Миколаїв, 2008. – Т. 2. – С. 16 – 19.
61. Грицаєнко З. М. Вплив гербіциду Калібру 75 і біологічно активних речовин на активність антиоксидантних ферментних систем ячменю ярого / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Збірник тез міжвузівської наук. конференції [«Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»], (Умань, 23 – 24 квітня 2009 р.). – Умань, 2009. – С. 12 – 14.
62. Карпенко В. П. Вплив сумісного застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру з біопрепаратом Агат–25К на формування надземної біомаси і площі листкового апарату ячменю ярого / В. П. Карпенко // 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.
63. Карпенко В. П. Фізіологічні аспекти механізму сумісної дії в рослинах гербіцидів і рістстимулюючих препаратів / В. П. Карпенко // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. – Умань, 2009. – Ч. I. – С. 14 – 15.
64. Грицаєнко З. М. Біологічні процеси в рослинах і ґрунті та продуктивність посівів ячменю ярого за дії гербіциду і біологічно активних речовин / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Мат. тез Міжн. науково-практичної конференції [«Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління»], (Мелітополь – Кирилівка, 4 – 6 червня 2009 р.). – Мелітополь – Кирилівка, 2009. – С. 33 – 36.
65. Грицаєнко З. М. Мікробне угруповання ризосфери ячменю ярого за дії гербіциду Калібру і біологічно активних речовин / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тези доповідей, 25 – 30 травня 2009 р. – Ужгород: Патент, 2009. – С. 113.
66. Карпенко В. П. Вміст глутатіону і аскорбату в листках ячменю ярого за дії гербіциду Калібр 75, регулятора росту рослин Емістим С та біопрепарату Агат-25К / В. П. Карпенко // Мат. Всеукр. конф. молодих учених. – Умань, 2010. – Ч. 1. – С. 36–38.

67. Карпенко В. П. Біологічні аспекти застосування гербіцидів у посівах ячменю ярого / В. П. Карпенко // Збірник тез II Міжн. наукової конференції [«Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»], (Умань, 18-19 травня 2010р.). – Умань, 2010. – С. 32–34.
68. Karpenko V. The formation of biometric, biochemical and productional indices of spring barley under the influence of herbicide and biologically active substances / V. Karpenko // Матеріали IV Всеукр. науково-практичної конф. молодих учених [«Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва»], (Сколе, 1–4 червня 2010р.). – Сколе, 2010. – С. 254–257.
69. Карпенко В. П. Вміст антиоксидантів та антиокиснювальна активність листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і регулятора росту рослин / В. П. Карпенко // Матеріали XI конф. молодих вчених [«Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів»], (Київ, 22-24 червня 2010р.). – К., 2010. – С. 77-80.
70. Карпенко В. Бакові суміші гербіцидів із біопрепаратами в технологіях вирощування ячменю ярого / В. Карпенко // Матеріали II Всеукр. науково-практичної конф. молодих учених [«Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва»], (Тернопіль, 15-16 вересня 2010р.). – Тернопіль, 2010. – С. 51–53.
71. Карпенко В. П. Залежність розвитку ризосферної мікробіоти ячменю ярого від комплексної дії гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбокислих кислот і біологічних препаратів / В. П. Карпенко // Матеріали VII наукової конф. молодих вчених [«Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві»], (Чернігів, 21-24 вересня 2010р.). – Чернігів: Видавництво ЧЦНТІ, 2010. – С. 14–17.
72. Карпенко В. П. Біологічні препарати в системі адаптації рослин ячменю ярого до дії гербіцидів та несприятливих факторів навколишнього середовища / В. П. Карпенко // Матеріали Міжн. науково-практичної конференції [«Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату»], (Миколаїв, 10–12 листопада 2010р.). – Миколаїв, 2010. – С. 150–153.
73. Карпенко В. П. Продуктивность посевов ярового ячменя при действии баковых смесей гербицидов с биопрепаратом / В. П. Карпенко, З. М. Грицаенко, И. И. Мостовяк // Материалы III-й Межд. научно-практической конференции молодых ученых [«Молодежь и наука XXI века»], (Ульяновск, 23–26 ноября 2010г.). – Ульяновск, 2010. – С.13–15.
74. Карпенко В. П. Фотосинтетична активність посівів ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів / В. П. Карпенко // Матеріали Всеукраїнської наук. конф. молодих учених. – Умань, 2011. – Ч. I. – С. 51–53.
75. 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 / V. P. Karpenko // Міжнародна наукова конференція [«Каразінські природознавчі студії»], (Харків, 1–4 лютого 2011р.). – Харків: Харк. нац. ун-т. ім. В. Н. Каразіна, 2011. – С. 292–293.

76. Карпенко В. П. Агроэкологическое и биологическое обоснование путей снижения отрицательного воздействия гербицидов на растения ярового ячменя / В. П. Карпенко, Р. Н. Притуляк // I Международная научно-практическая конференция [«Экологическая безопасность и устойчивое развитие территорий»]: сб. статей. – Чебоксары: Новое время, 2011. – С. 159–161.

АНОТАЦІЇ

Карпенко В. П. Біологічне обґрунтування інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів на ячмені ярому. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин. – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2011.

Дисертація присвячена всебічному дослідженню фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних та агроценотичних механізмів дії гербіцидів різних хімічних класів за інтегрованого їх застосування із рістрегуляторами на формування продуктивності посівів і якості врожаю ячменю ярого та обґрунтуванню економічно вигідних і екологічно безпечних заходів з їх використання.

У роботі науково обґрунтовано та доведено можливість зниження негативної дії гербіцидів класів сульфонілсечовини, феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів на посіви ячменю ярого та навколишнє природне середовище завдяки поєднаному їх застосуванню із рістрегуляторами, які в сумішах із гербіцидами проявляють антидотні властивості. Встановлено, що в композиціях із рістрегуляторами норми внесення гербіцидів (феноксикарбоксилових кислот і комбінованих препаратів) можуть бути знижені проти рекомендованих на 17–38%.

На основі проведених досліджень розроблено біологічну основу інтегрованого застосування гербіцидів і рістрегуляторів, яка послугувала науковим підґрунтям для розробки енергоресурсоекономних композицій препаратів, що забезпечують підвищення продуктивності посівів і якості врожаю ячменю та є екологічно безпечними.

Ключові слова: фізіолого-біохімічні, анатомо-морфологічні, мікробіологічні, агроценотичні механізми дії, гербіциди, регулятори росту рослин, інтегроване застосування, ячмінь ярий.

Карпенко В. П. Биологическое обоснование интегрированного применения гербицидов и рострегуляторов на ячмене яровом. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.12 – физиология растений. – Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2011.

Диссертация посвящена системному исследованию физиолого-биохимических, анатомо-морфологических, микробиологических и агроценологических механизмов действия гербицидов разных химических классов при интегрированном их применении с рострегуляторами на формирование продуктивности посевов ячменя

ярового и обоснованию экономически выгодных и экологически безопасных приемов по их использованию.

Физиолого-биохимическими исследованиями установлено, что при совместном применении гербицидов классов сульфонилмочевины, феноксикарбоксиловых кислот и комбинированных препаратов с рострегуляторами уровень пероксидного окисления липидов в растениях ячменя ярового снижается при одновременном увеличении активности антиоксидантных ферментов и содержания в растениях антиоксидантов. Основываясь на изучении физиолого-биохимических процессов, доказана возможность снижения негативного действия гербицидов классов сульфонилмочевины, феноксикарбоксиловых кислот и комбинированных препаратов на растения ячменя ярового, благодаря антидотным свойствам рострегулирующих веществ.

Установлено, что при действии гербицидов и рострегуляторов ростовые процессы листового аппарата ячменя ярового и формирование его мезоструктуры контролируются комплексом фитогормонов. Доказано, что при повышенных нормах использования гербицидов формируется листовая аппарат ксероморфного типа, а при оптимальных – мезоморфного. Впервые для оценки степени влияния гербицидов и рострегуляторов на растительные организмы предложено использовать коэффициент морфоструктуры.

Микробиологическими исследованиями выявлены оптимальные по действию на развитие микроорганизмов почвы нормы внесения гербицидов классов сульфонилмочевины, феноксикарбоксиловых кислот, комбинированных препаратов и обоснована способность смесей гербицидов с микробиологическим препаратом Агат-25К ограничивать в посевах развитие фитопатогенной микробиоты.

Агроценоотическими исследованиями установлены особенности формирования количественного, видового состава сорняков и эффективности их контролирования разными баковыми смесями препаратов. Исследовано интегрированное действие гербицидов и регуляторов роста растений на формирование урожайности зерна, его физических, физиолого-биохимических и микробиологических показателей качества, которые определяют его пивоваренные свойства.

Благодаря проведенным комплексным исследованиям, разработана биологическая концепция интегрированного применения гербицидов с рострегуляторами, которая послужила научной основой для разработки энергоресурсоэкономных композиций препаратов (Гранстар 75 15 г/га + Эмистим С; Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + Эмистим С; Дикопур Ф 600 0,5 л/га + Гранстар 75 15 г/га + Эмистим С; Линтур 70WG 100 г/га + Агат-25К; Хармони 75 15 г/га + Агат-25К; Калибр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулин), обеспечивающих повышение продуктивности посевов ярового ячменя и экологическую безопасность для окружающей среды, поскольку нормы внесения отдельных гербицидов (феноксикарбоксиловых кислот и комбинированных препаратов) в смесях с РРР могут быть снижены по сравнению с рекомендованными на 17–38%.

Ключевые слова: физиолого-биохимические, анатомо-морфологические, микробиологические, агроценоотические механизмы действия, гербициды, регуляторы роста растений, интегрированное использование, ячмень яровой.

Karpenko V.P. Biological substantiation of integrated application of herbicides and plant growth regulators to spring barley. – Manuscript

Thesis for a Doctoral Degree in Agricultural Sciences.– Speciality 03.00.12. – Plant physiology. – Uman National University of Horticulture, Uman, 2011.

The thesis being presented is a comprehensive study on physiological and biochemical, anatomic and morphological, microbiological and agro-coenocytic modes of action of herbicides belonging to different chemical classes when applied together with plant growth regulators on the productivity of spring barley plantings and the quality of spring barley yields. Economic and environmentally safe measures of their application were established.

The study scientifically substantiated and proved that it was possible to decrease a negative environmental impact of herbicides belonging to classes of sylphonylurea, phenoxy-carboxylic acids and combined preparations on spring barley plantings due to their combined application with plant growth regulators. When plant growth regulators were mixed with herbicides they showed antidotal properties. It was established that applied rates of herbicide (phenoxy-carboxylic acids and combined preparations) in combinations with plant growth regulators could be reduced by 17 – 38% as compared to recommended rates.

Based on the conducted research, biological substantiation for integrated application of herbicides and plant growth regulators was developed. This serves as scientific basis for the elaboration of energy efficient and environmentally safe preparation compositions ensuring an increase in the plantings productivity and quality of barley crops.

Key words: physiological and biochemical, anatomic and morphological, microbiological and agro-coenocytic modes of action, herbicides, plant growth regulators, integrated application, spring barley.