

УДК 631.811.98:632.954:633.16

*Білоножко В. Я., Карпенко В. П., доктори сільськогосподарських наук
Полторецький С. П., Притуляк Р. М., кандидати
сільськогосподарських наук*

Уманський національний університет садівництва

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РОЗДІЛЬНОГО ТА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

*Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор Г. П.
Жемела*

Наведено узагальнені результати багаторічних досліджень з вивчення дії гербіцидів класів сульфонілсечовини (Гранстар 75, Калібр 75, Хармоні 75), феноксикарбоксилічних кислот (2,4-ДА 500, Дікопур Ф 600) і комбінованих препаратів (Лінтур 70 WG), внесених роздільно та в поєднанні з рістрегуляторами (Емістим С, Агат-25К і Агростимулін), на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах ячменю ярого, які визначають формування продуктивності посівів.

Ключові слова: фізіолого-біохімічні процеси, гербіциди, регулятори росту рослин, ячмінь ярий.

Постановка проблеми. Гербіциди, як фізіологічно активні речовини, в переважній більшості випадків здатні значно впливати на проходження життєво важливих процесів у рослинному організмі. При цьому не виключена можливість їх акумулювання в товарній продукції та об'єктах навколишнього природного середовища [9]. Тому в усьому світі, а в останні роки і 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% [1, 7]. Тому нині, коли в багатьох країнах світу 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 [13]. Але багато питань, які стосуються сумісної дії гербіцидів і рістрегуляторів у сумішах, вивчені недостатньо. Вибір і оцінка оптимального поєднання препаратів у сумішах, особливо багатокomпонентних, проводиться без врахування особливостей 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, які лежать в основі формування продуктивності посівів.

Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Широкомасштабне використання у сільськогосподарському виробництві біологічно активних речовин розпочалось після 1941 р., коли І. Покорним було відкрито сполуку надзвичайно високої фітотоксичності – 2,4-дихлорфеноксиоцтову, а пізніше – 2-метил-4-хлорфеноксиоцтову і 2,4,5-трихлорфеноксиоцтову кислоти. Фактично з того часу хімічний метод боротьби з бур'янами отримав загальне визнання [17].

Одночасно із впровадженням у виробництво речовин гербіцидної дії вченими розпочинаються всебічні дослідження механізму дії цих сполук на рослинні організми – діяльність ферментів, фотосинтез, транспірацію, дихання, вуглеводний, азотний і фосфорний обміни, морфологічну й анатомічну будову рослин.

У результаті виконаних експериментів учені приходять до висновку, що гербіциди здатні суттєво порушувати обмін речовин не тільки в бур'янів, що є причиною їх загибелі, але й значно впливають на проходження обмінних процесів у культурних рослинах.

У цей же час встановлюються факти негативної дії препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, мікробіологічні – в ґрунті, формування рослинами врожаю та його якісних показників (наявність залишків препаратів).

Весь цей комплекс питань спонукав учених до розробки концепції зменшення негативної дії гербіцидів на культурні рослини, ґрунт і навколишнє природне середовище, першим напрямком реалізації якої стало запровадження інтегрованих систем захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Другий напрямок – зумовив пошук шляхів синтезу малотоксичних препаративних форм гербіцидів, серед яких нині виділяють сполуки класу сульфонілсечовини. Вони мають низькі норми витрати, відзначаються високою селективністю, швидко розкладаються в ґрунті, малотоксичні для людини, комах і тварин [16].

Реалізація третього напрямку передбачала створення комплексів препаратів з кількох діючих речовин або комбінованих препаративних форм. Такі комплекси із кількох діючих речовин забезпечують підвищення активності та селективності препаратів за одночасного зниження рівня надходження їх в екосистеми [11].

Четвертий напрямок розпочав свою реалізацію в середині 90-х років минулого століття і триває донині. Він передбачає поєднане використання гербіцидів у комплексі з біологічними рістрегулюючими речовинами (регуляторами росту рослин, мікробіологічними препаратами із рістстимулювальними властивостями тощо), які вперше з'явилися на ринку України та почали активно впроваджуватись у виробництво. Однак, незважаючи на велике значення проблеми сумісного застосування гербіцидів із регуляторами росту рослин, у науковій літературі зустрічаються лише

поодинокі роботи, метою яких було з'ясування біологічних механізмів їх дії [14].

Зважаючи на це, питання інтегрованого застосування гербіцидів із біологічними препаратами потребує подальшого активного вивчення. Зокрема, необхідно підвищити рівень теоретичних знань про вплив даних сумішей на проходження фізіолого-біохімічних та інших життєво важливих процесів у рослинних організмах, що дасть можливість цілеспрямовано керувати їх життєдіяльністю в агроценозах.

Мета і завдання. Метою роботи було розкриття особливостей дії гербіцидів різних хімічних класів за роздільного та інтегрованого їх застосування із рістрегуляторами на проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах ячменю ярого, які лежать в основі формування продуктивності посівів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження виконували впродовж 1999–2009 рр. у польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського НУС.

У дослідах вивчали гербіциди, які згідно прийнятої класифікації відносять до наступних хімічних класів: сульфонілсечовини (інгібітори ALS) – Гранстар 75, в. г. (10–25 г/га); Калібр 75, в. г. (30–70 г/га); Хармоні 75, в. г. (5–20 г/га); феноксикарбоксілові кислоти (синтетичні ауксини) – 2,4-ДА 500, в. р. (1,0 л/га); Дікопур Ф 600, в. р. (0,5–1,5 л/га) та комбіновані препарати – Лінтур 70 WG, в. г. (90–140 г/га). Досліджувані гербіциди вносили в різних нормах окремо і в поєднанні із регуляторами росту рослин Емістим С (5–10 мл/га), Агростимулін (10 мл/га) і мікробіологічним препаратом із рістстимулювальними властивостями Агат-25К (20 г/га). Польові досліди закладали у відповідності із загальноприйнятими вимогами [10] на сортах ячменю ярого Рось, Звершення, Соборний, вегетаційні – з дотриманням вимог вегетаційного методу [8].

У процесі досліджень в рослинах вивчали: інтенсивність проходження реакцій пероксидного окиснення ліпідів [15]; вміст у листках рослин антиоксидантів – глутатіону і аскорбату [4, 18], а також хлорофілів *a* і *b*, суми хлорофілів (*a+b*), каротиноїдів та активність хлорофілази [2]; вміст водорозчинних цукрів [3]; фотосинтетичну продуктивність хлорофілу [5] та фотосинтетичну продуктивність посівів [12]. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методами дисперсійного та кореляційного аналізів [6].

Результати досліджень. У результаті узагальнення проведених лабораторних, вегетаційних і польових досліджень встановлено, що гербіциди різних хімічних класів, внесені окремо та в поєднанні з регуляторами росту рослин, значно впливають на спрямованість проходження обмінних процесів у рослинах ячменю ярого. Зокрема встановлено, що із наростанням норм внесення досліджуваних гербіцидів без регуляторів росту (наприклад, Калібру 75 до 70 г/га) у листках ячменю ярого на третю добу простежується інтенсифікація генерування активних форм кисню, які зумовлюють розвиток у рослин оксидативного стресу, наслідком якого є підвищений рівень

пероксидного окиснення ліпідів (рис. 1).

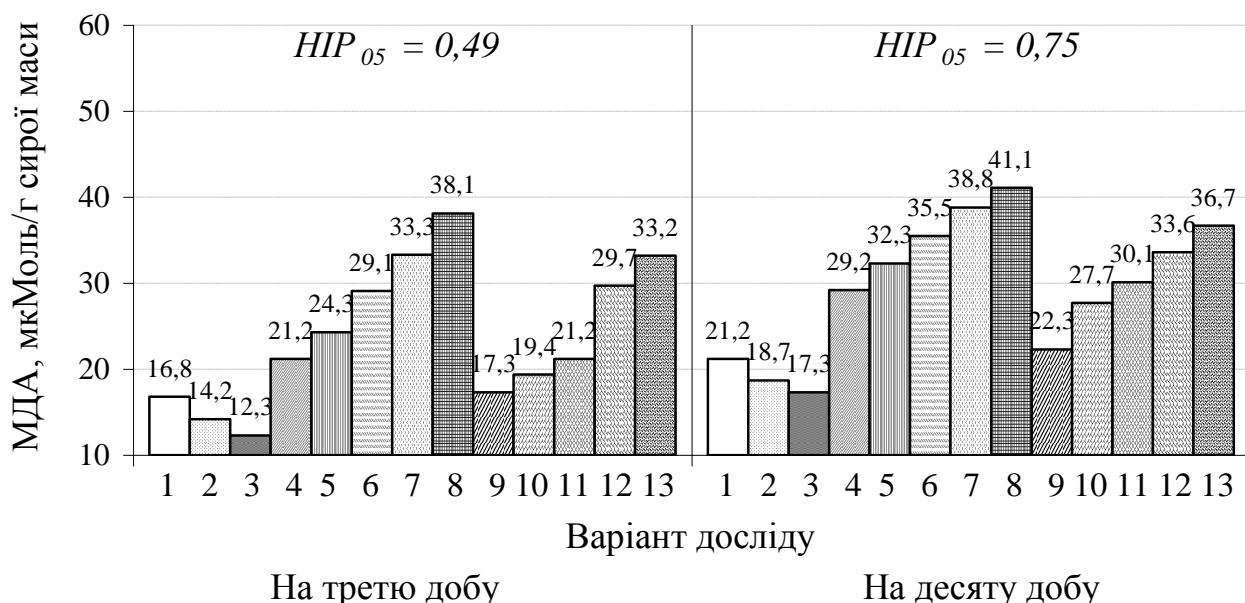


Рис. 1. Вплив різних норм гербіциду Калібр 75, внесених роздільно і в поєднанні з Агатом-25К і Агростимуліном, на пероксидне окиснення ліпідів у листках ячменю ярого (вегетаційний дослід, 2007 р.):

1. Обробка водою (контроль); 2. Агат–25К; 3. Агростимулін; 4. Калібр 75 30 г/га; 5. Калібр 75 40 г/га; 6. Калібр 75 50 г/га; 7. Калібр 75 60 г/га; 8. Калібр 75 70 г/га; 9. Калібр 75 30 г/га+Агат–25К+Агростимулін; 10. Калібр 75 40 г/га+Агат–25К+Агростимулін; 11. Калібр 75 50 г/га+Агат–25К+Агростимулін; 12. Калібр 75 60 г/га+Агат–25К+Агростимулін; 13. Калібр 75 70 г/га+Агат–25К+Агростимулін.

На десятю добу внесення препаратів рівень пероксидного окиснення ліпідів у рослинах ячменю ярого продовжував зростати, що пов'язано з активізацією ростових та обмінних процесів (перехід рослин до фази кущіння), невід'ємним продуктом яких є активні форми кисню. Однак у варіантах дослідження, де гербіциди застосовували сумісно з регуляторами росту, рівень пероксидного окиснення ліпідів по відношенню до відповідних варіантів без рістрегуляторів знижувався у середньому на 10–25%.

Відповідною реакцією рослинного організму на окиснювальний стрес є посилений синтез антиоксидантів – глутатіону, аскорбату та ін. Як показали результати досліджень, вміст глутатіону в листках ячменю ярого в варіантах дослідження з сумісним застосуванням гербіцидів (Гранстар 75; Гранстар 75 + 2,4-ДА 500; Калібр 75) і рістрегуляторів (Емістим С, Агростимулін, Агат-25К) збільшувався на 56–114%, що може бути пов'язано з безпосереднім стимулюючим впливом регуляторів росту рослин на синтез даного антиоксиданту та з меншою його витратою на ліквідацію активних форм кисню у результаті послаблення реакцій пероксидного окиснення ліпідів. Деяко нижчим вміст глутатіону був у варіантах дослідження, де гербіциди застосовували без регуляторів росту, що свідчить про більш активну його витрату в реакціях, спрямованих як на детоксикацію ксенобіотика, так і в реакціях ліквідації

активних форм кисню.

Щодо вмісту в рослинах ячменю ярого аскорбінової кислоти, то зі збільшенням норм використання досліджуваних 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 регуляторів росту, так і в варіантах, де гербіциди вносили сумісно з рістрегуляторами, що може вказувати на стабілізацію детоксикаційних процесів у рослинах та підвищення їх антиокиснювальної активності (рис. 2).

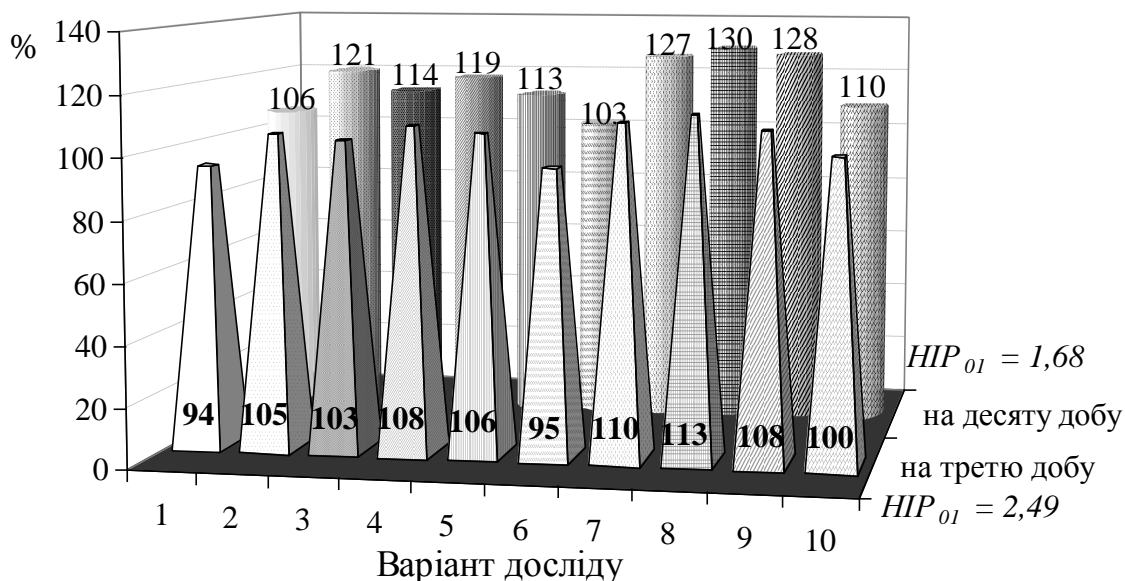


Рис. 2. Антиокиснювальна активність тканин листка ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Гранстар 75, внесених окремо і в поєднанні з Емістимом С (вегетаційний дослід, 2006 р.):

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.

Так, на прикладі гербіциду класу сульфонілсечовини Гранстар 75, внесеного в нормах 10; 15; 20 і 25 г/га, встановлено, що антиокиснювальна активність ячменю ярого на третю добу в порівнянні з контролем зростала на 10; 15; 13 і 1% відповідно, однак за сумісного внесення цих же норм препарату з Емістимом С вона збільшувалась на 17; 20; 15 і 6% відповідно.

На десяту добу внесення препаратів антиокиснювальна активність тканин листка ячменю ярого значно перевищувала контрольні показники у всіх варіантах дослідження, але при цьому зберігалась закономірність: із наростанням норм внесення Гранстара 75 показник антиокиснювальної активності знижувався, хоч у порівнянні з контролем залишався високим, разом з тим у варіантах дослідження, де Гранстар 75 вносили сумісно з Емістимом С, він перевищував аналогічні варіанти з внесенням гербіциду без рістрегуляторів.

Високий рівень антиокиснювальної активності тканин листка було відмічено також у варіантах з використанням бакових сумішей гербіцидів Гранстар 75 + 2,4-ДА 500 + Емістим С і Калібр 75 + Агат-25К + Агростимулін, які забезпечували зниження рівня пероксидного окиснення ліпідів у рослинах за одночасного зростання вмісту в листках антиоксидантних сполук. Між антиокиснювальною активністю тканин листка та вмістом у рослинах антиоксидантів встановлено пряму та сильну за тіснотою кореляційну залежність: $r = 0,73$.

При вивченні впливу досліджуваних композицій на формування пігментного комплексу ячменю ярого встановлено, що оптимальні норми гербіцидів класів сульфонілсечовини (Гранстар 75 10–15 г/га, Калібр 75 40 г/га, Хармоні 75 15 г/га), феноксикарбоксилових кислот (2,4-ДА 500 1,0 л/га, Дікопур Ф 600 0,5 л/га), комбінованих препаратів (Лінтур 70WG 100 г/га), внесені з регуляторами росту рослин (Емістим С, Агростимулін, Агат-25К), забезпечували 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 світлозбирального комплексу (СЗК) (на 13–17%). У той же час підвищені норми застосування гербіцидів, особливо сульфонілсечовин у сумішах із феноксикарбоксиловими кислотами (Гранстар 75 20–25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га), негативно впливали на формування пігментного комплексу рослин, що може бути обумовлено безпосередньою дією цих препаратів як на процеси синтезу хлорофілу, так і його руйнування (табл. 1). Адже відомо, що 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 може порушуватися стабільність хлорофіл-білково-ліпоїдного комплексу, що призводить до активізації ферменту. Так, встановлено, що за використання Гранстара 75 20–25г/га окремо і в сумішах із регулятором росту Емістим С 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 сполук. Встановлено, що нагромадження водорозчинних цукрів у листках ячменю ярого у фазу виходу рослин у трубку зростало за інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту, що є проявом безпосереднього позитивного впливу рістрегуляторів на обмінні процеси в рослинному організмі, які тісно пов'язані з генним та гормональним рівнем регуляції. Так, на прикладі гербіциду групи комбінованих препаратів Лінтур 70WG, внесеного у нормах 90; 100; 120 і 140 г/га окремо і в поєднанні з Агатом-25К, встановлено, що нагромадження цукрів найбільш активно відбувалось у варіантах з інтегрованим застосуванням препаратів, що у фазу виходу рослин у трубку в 2005 р. перевищувало контроль I на 24; 39; 25 і 7% відповідно, а в фазу вичолошування – на 28; 48; 32 і 17% (рис. 3). Найбільш інтенсивне

нагромадження рослинами ячменю ярого цукрів забезпечувала бакова суміш Лінтур 70WG 100 г/га + Атап-25К, що підтверджується найвищою активністю проходження фізіолого-біохімічних процесів у даному варіанті досліду.

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

Варіант досліду	Х _{Ла}	Х _{Лб}	Х _{Л (a+b)}	Х _{Л a/b}	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>HP₀₁</i>	<i>0,036</i>	<i>0,013</i>	<i>0,051</i>	–	<i>0,015</i>	–

Водночас, слід зауважити, що у фазу виколошування ячменю ярого вміст цукрів у листках рослин у всіх варіантах досліду, де гербіцид вносили окремо і в поєднанні з регулятором росту, 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.

Нагромадження рослинами ячменю ярого вуглецевих сполук проходило в

тісній кореляційній залежності ($r = 0,79-0,87$) з фотосинтетичною продуктивністю посівів (ФПП), найвищі значення якої формувались за використання в посівах композицій: Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 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.

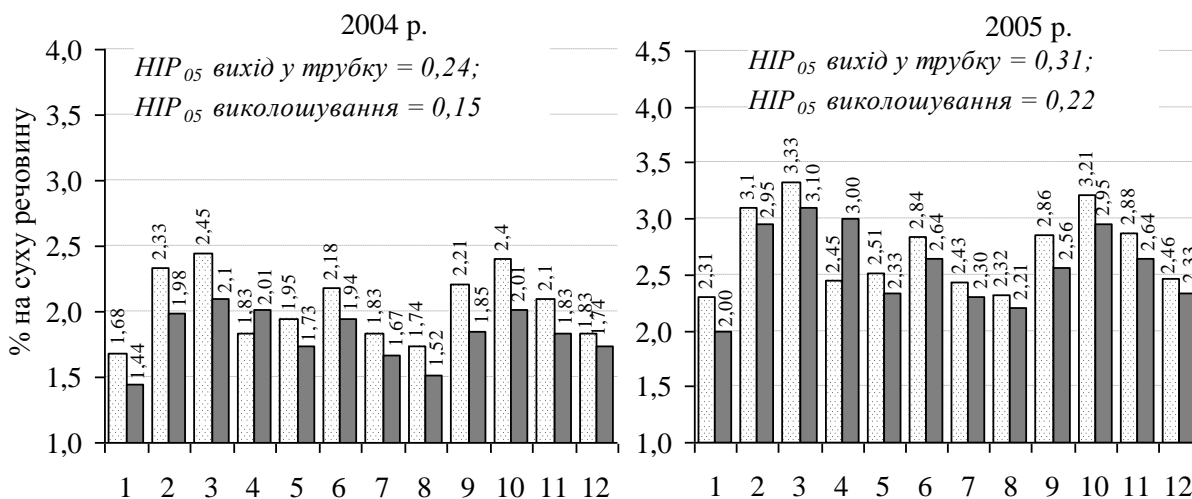


Рис. 3. Вміст суми водорозчинних цукрів у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду групи комбінованих препаратів Лінтур 70WG, внесених роздільно і в сумішах із Агатом-25К:

□ – вихід у трубку; ■ – виколювання

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.

Так, упродовж 1999–2009 рр. вищезазначені суміші забезпечили зростання ФПП у середньому на 40–80%, фотосинтетичної продуктивності хлорофілу – 30–132%, що обумовлювалось загальним позитивним впливом даних композицій на проходження у рослинах фізіолого-біохімічних процесів на фоні мінімального конкурентного впливу на культуру бур'янів.

Висновки. 1. Гербіциди класу сульфонілсечовини (Гранстар 75, Калібр 75) і феноксикарбоксилічних кислот (2,4-ДА 500, Дікопур Ф 600), внесені окремо та в поєднанні з рідрегуляторами (Емістим С, Агат-25К і Агростимулін), визначають спрямованість перебігу реакцій пероксидного окиснення ліпідів у рослинах ячменю ярого, проходження яких значно гальмується за інтегрованого їх застосування із регуляторами росту рослин. Це супроводжується зростанням на третю добу у рослинах вмісту низькомолекулярних антиоксидантів – глутатіону (56–114%) і аскорбату (7–26%) та загальним підвищенням антиокиснювальної активності тканин (6–22%). 2. За підвищених норм застосування гербіцидів класу сульфонілсечовини

(Гранстар 75) та їх бакових сумішей з гербіцидами класу феноксикарбоксилових кислот (2,4-ДА 500, Дікопур Ф 600) 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%. 3. Найвища фотосинтетична активність ячменю ярого простежується за використання в посівах бакових сумішей Калібр 75 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін; 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, які забезпечують зростання рівня ФПП до 80%. 4. Виконані фізіолого-біохімічні дослідження інтегрованої дії препаратів у посівах ячменю ярого дають підставу стверджувати, що регулятори росту рослин за сумісного їх внесення з гербіцидами сприяють активізації роботи антиоксидантних систем захисту рослинного організму, завдяки яким негативний вплив на клітини продуктів метаболізму ксенобіотиків значно знижується, а фотосинтетична та загальна продуктивність рослин при цьому – підвищуються.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Борона В. П.* Гербологія: проблеми розвитку // В. П. Борона, В. С. Задорожний // *Захист рослин.* – 2003. – № 11. – С. 21–22.
2. *Гавриленко В. Ф.* Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова; под. ред. И. П. Ермакова. – М. : «Академия», 2003. – 256с.
3. *Грицаєнко З. М.* Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. – 320 с.
4. *Гришко В. Н.* Метод определения восстановленной формы глутатиона в вегетативных органах растений / В. Н. Гришко, Д. В. Сыщиков // *Укр. біохім. журнал.* – 2002. – Т. 74. – № 415. – С. 123–124.
5. *Дорохов Л. М.* Минеральное питание как фактор повышения фотосинтеза и урожая сельскохозяйственных растений / Л. М. Дорохов // *Труды Кишиневского СХИ.* – Кишинев, 1957. – С. 70–100.
6. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Доспехов Б. А. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. *Жеребко В. М.* Гербіциди в інтегрованому захисті / В. М. Жеребко // *Карантин і захист рослин.* – 2007. – № 7. – С. 12–13.
8. *Журбицкий З. И.* Теория и практика вегетационного метода / Журбицкий З. И. – М. : Наука, 1986. – 268 с.
9. *Мережинський Ю. Г.* Сучасні досягнення та перспективи розвитку досліджень по проблемі фізіології дії гербіцидів / Ю. Г. Мережинський, Є. Ю. Мордерер // *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть.* – К., 2001. – Т. 1. – С. 345–361.
10. *Методики випробування і застосування пестицидів / [Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О.].* – К. : Світ, 2001. – 448 с.

11. *Мордерер Є. Ю.* Гербіциди. Механізми дії та практика застосування / Є. Ю. Мордерер, Ю. Г. Мережинський. – К. : Логос, 2009. – 379 с.
12. *Ничипорович А. А.* Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А. А. Ничипорович. – М. : Наука, 1963. – С. 5–36.
13. *Пономаренко С. П.* Новые индукторы устойчивости растений с регуляторными и биозащитными свойствами / С. П. Пономаренко, Г. С. Боровикова, Ю. Я. Боровиков // Материалы V Межд. науч. конф. [«Регуляция роста, развития и продуктивности растений»], (Минск, 28–30 ноября 2007) / Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2007. – С. 161.
14. *Райов А. А.* Формирование урожая и качество зерна пивоваренного ячменя при применении стимуляторов роста и средств защиты растений в Оренбургском предуралье : автореферат дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / А. А. Райов. – Оренбург, 2004. – 18 с.
15. *Рогожин В. В.* Практикум по биологической химии / В. В. Рогожин. – СПб. : Издательство «Лань», 2006. – С. 132–134.
16. Сульфонилмочевины в России // Защита и карантин растений. – 2004. – № 2. – С. 42.
17. *Терек О. І.* Ріст рослин / О. І. Терек. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 248 с.
18. *Чупахина Г. Н.* Физиологические и биохимические методы анализа растений / Чупахина Г. Н. – Калининград, 2000. – С. 7–9.

Билоножко В. Я., Карпенко В. П., Полторецкий С. П., Прытуляк Р. Н.
**Физиолого-биохимические процессы в растениях ячменя ярового при
 раздельном и интегрированном применении гербицидов и регуляторов
 роста растений**

Приведены обобщенные результаты многолетних исследований по изучению действия гербицидов класса сульфонилмочевин (Гранстар 75, Калибр 75, Хармони 75), феноксикарбокислот (2,4-ДА 500, Дикопур Ф 600) и комбинированных препаратов (Линтур 70 WG), внесенных раздельно и в сочетании с рострегуляторами (Эмистим С, Агат-25К и Агростимулин), на прохождение физиолого-биохимических процессов в растениях ячменя ярового, которые определяют формирование продуктивности посевов.

Ключевые слова: физиолого-биохимические процессы, гербициды, регуляторы роста растений, ячмень яровой.

Bilonozhko V.Ya., Karpenko V.P., Poltoretski S.P., Prytuliak R.N.
**Physiological and biochemical processes in spring barley under separate and
 integrated application of herbicides and plant growth regulators**

The article summarizes the results of a long term research into the influence of sulphonylurea herbicides (Granstar 75, Caliber 75, Harmony 75), phenoxy-carboxylic acids (2,4-DA 500, Dicopur F 600) and combined preparations (Lintur 70 WG) applied separately and in combination with plant growth regulators (Emistim C, Agat-25K and Agrostimulin) on physiological and biochemical processes in spring barley which predetermine the formation of plantings productivity.

Key words: physiological and biochemical processes, herbicides, plant growth regulators, spring barley.