

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ У *RAPHANUS RAPHANISTRUM* L. ЗА ДІЇ В ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГЕРБІЦИДУ ГРАНСТАР 75 І РІСТРЕГУЛЯТОРА ЕМІСТИМ С

В. П. КАРПЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

*Наведено результати досліджень з вивчення впливу гербіциду Гранстар 75, внесеного в посівах ячменю ярого роздільно і в сумішах із регулятором росту рослин Емістим С, на проходження фізіолого-біохімічних процесів у *Raphanus raphanistrum* L.*

Загальновідомо, що дія гербіцидів на бур'яни розпочинається з потрапляння препарату на листову поверхню та активного його надходження через складну систему біологічних перешкод до сайту дії [1].

Ефективність контакту гербіцидного агента з листовою пластинкою визначається низкою факторів: характером інервації листової поверхні; наявністю добре розвиненого трихомного покриву та кутикули; розташуванням точки росту й ін. [2]. Саме ці чинники є важливими складовими процесу надходження гербіциду в мезофіл листка та його транслокації.

У мезофілі листка гербіцидний агент, долаючи активно клітинну стінку та плазмалему, шляхом активного або пасивного транспорту надходить до цитоплазми клітини та окремих клітинних органел [3].

Основна маса гербіциду в рослині акумулюється листками, однак, шляхом пересування по симпласту або апопласту, токсикант може потрапляти й в інші органи [4], де відбувається його взаємодія із біологічною системою на рівні ключових фізіологічних реакцій.

До основних фізіологічних реакцій, які за дії гербіцидів викликають порушення обмінних процесів, а в подальшому призводять до загибелі бур'янів, відносять: порушення балансу ендогенних фітогормонів [5]; гальмування роботи антиоксидантних систем, наслідком чого є інтенсивне продукування в клітинах активних форм кисню та зростання реакцій пероксидного окиснення ліпідів [6]; зміни в складі і будові пігментного комплексу, які призводять до порушення фотосинтетичних процесів у рослинах [7] та викликають розбалансування вуглеводного обміну [8] й ін.

Зважаючи на вищевикладене, можна констатувати, що загибель бур'янів за дії гербіцидів можлива як на рівні порушення однієї фізіологічної реакції, так і їх комплексу. Водночас, особливості дії сумішей гербіцидів і рістрегуляторів на проходження фізіолого-біохімічних процесів, що визначають основні механізми формування фітотоксичності препаратів по відношенню до бур'янів є не розкритими, що й визначило основну мету та завдання наших досліджень.

Методика досліджень. Досліди з вивчення дії гербіциду Гранстар 75 та його сумішей із регулятором росту рослин Емістим С на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у бур'янах (на прикладі редьки дикої (*Raphanus raphanistrum* L.)) виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського НУС.

Гранстар 75, в. г. (діюча речовина – трибенурон-метил 750 г/кг), Емістим С, в. р. (композиція біологічно активних речовин, одержана шляхом культивування грибів-ендофітів) [9].

Закладання дослідів виконували в триразовому повторенні рендомізованим методом на посівах ячменю ярого згідно схеми, наведеної в таблицях. Препарати вносили у фазу повного кущіння ячменю ярого з витратою робочого розчину 300 л/га.

Аналізи проводили в лабораторних умовах у відібраних зразках бур'янів у польових дослідях на третю і восьму добу після застосування препаратів. Для оцінки спрямованості проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах *Raphanus raphanistrum* L. визначали: сумарний вміст хлорофілів та вміст у листках води [10], порівнювали інтенсивність транспорту електронів у хлоропластах [11] та вміст у рослинах водорозчинних цукрів [12].

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень встановлено, що проходження фізіолого-біохімічних процесів у *Raphanus raphanistrum* L. під впливом гербіциду зазнавало суттєвих змін, але при цьому простежувалась залежність направленості цих процесів від норм внесення препарату та періоду, що минув після обприскування посівів. Так, за обробки бур'янів гербіцидом Гранстар 75 у нормах 10–25 г/га вміст суми хлорофілів у листках на третю добу після застосування знижувався і в 2000 і 2001 рр. досліджень це зниження в порівнянні з контролем знаходилось в межах 2 – 5% і 1 – 4 % відповідно (табл. 1). Подібна закономірність була відмічена нами і за обробки *Raphanus raphanistrum* L. сумішами Гранстарау 75 із Емістимом С, зокрема, вміст хлорофілу в цих варіантах дослідів мало чим відрізнявся від показників у варіантах, де Емістим С не застосовували. Водночас, аналізуючи інтенсивність транспорту електронів у хлоропластах можна відмітити, що із наростанням норм внесення Гранстарау 75 від 10 до 25 г/га цей показник у 2000 р. в порівнянні з контролем знижувався відповідно на 24–81%, у 2001 р. – на 15–67%.

За використання Гранстарау 75 у нормах 10–25 г/га сумісно з Емістимом С інтенсивність транспорту електронів у хлоропластах *Raphanus raphanistrum* L. була нижчою в порівнянні з контролем відповідно на 24–81% у 2000 р. та на 16–67% – у 2001 р., тобто суттєвої різниці в інтенсивності транспорту електронів між варіантами із самостійним внесенням Гранстарау 75 та з використанням його в бакових сумішах із Емістимом С відмічено не було.

Одержані дані показують, що в початковий період дії Гранстарау 75 пігментний комплекс *Raphanus raphanistrum* L. зазнає менш виражених змін, водночас, фотохімічна активність хлоропластів в порівнянні з контролем

значно знижується не залежно від того як вносили гербіцид – роздільно, чи в сумішах із регулятором росту рослин.

1. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах *Raphanus raphanistrum* L. за дії гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстар 75, внесеного окремо і в поєднанні з Емістимом С (третя доба після внесення препаратів)

Варіант досліджу	$X_{л(a+b)}$, мг/г сирої маси	Інтенсивність транспорту електронів, мк Моль $K_3Fe(CN)_6$ /мг хлорофілу за годину	Сума цукрів, % на суху речовину	Вміст у листяках води, %
Без застосування препаратів (контроль)	0,633 *	10,83	1,73	70,3
	0,831	15,63	1,92	81,2
Емістим С	0,758	11,32	1,85	72,1
	0,852	18,01	2,00	80,3
Гранстар 75 10 г/га	0,621	8,22	1,62	65,1
	0,825	13,21	1,78	70,2
Гранстар 75 15 г/га	0,613	7,11	1,43	51,2
	0,820	10,18	1,53	58,1
Гранстар 75 20 г/га	0,607	4,03	1,31	43,3
	0,813	8,17	1,41	41,1
Гранстар 75 25 г/га	0,600	2,08	1,12	38,1
	0,800	5,13	1,22	30,2
Гранстар 75 10 г/га + Емістим С	0,625	8,21	1,63	63,2
	0,823	13,13	1,67	68,8
Гранстар 75 15 г/га + Емістим С	0,612	7,08	1,38	52,1
	0,810	10,0	1,48	57,1
Гранстар 75 20 г/га + Емістим С	0,610	4,05	1,22	44,0
	0,814	7,88	1,48	38,3
Гранстар 25 г/га + Емістим С	0,601	2,11	1,08	37,3
	0,802	5,10	1,11	27,7
НІР ₀₅	0,012	2,18	0,13	4,8
	0,008	2,41	0,24	8,7

Примітка. * – над ризикою – 2000 р.;
під ризикою – 2001 р.

Ці дані узгоджуються з дослідженнями інших учених, які відмічали значне зниження фотохімічної активності хлоропластів у чутливих до дії гербіцидів видів бур'янів [7].

Обробка *Raphanus raphanistrum* L. Гранстаром 75 зумовила зниження вмісту в листках рослин суми цукрів. Зокрема, найнижчий вміст цукрів на третю добу після застосування Гранстару 75 було відмічено за норми 25 г/га, внесеної як окремо, так і в сумішах із Емістимом С, що складало в середньому за 2000–2001 рр. в порівнянні до контролю 61%.

Подібною була залежність із вмістом у листках *Raphanus raphanistrum* L. води: із збільшенням норм внесення Гранстару 75 до 25 г/га, як за самостійного внесення препарату, так і в сумішах із рістрегулятором, вміст води в листках рослин знижувався. Це може вказувати на інтенсифікацію проходження у рослинах *Raphanus raphanistrum* L. під впливом гербіциду транспіраційних процесів, які призводять до не продуктивного витрачання води тканинами листка та запускають механізми їх поступового відмирання.

Вивчаючи зміни в фізіолого-біохімічних процесах *Raphanus raphanistrum* L. на восьму добу після застосування гербіциду Гранстар 75, нами встановлено, що всі досліджувані показники, в порівнянні до періоду визначення на третю добу після обробки рослин, значно знижувались (табл. 2). Зокрема, за окремого внесення Гранстару 75 у нормах 10–25 г/га та в поєднанні з Емістимом С, зниження суми хлорофілів у листках *Raphanus raphanistrum* L. складало в середньому за 2000–2001 рр. 48–94%. Очевидно, що на більш пізніх етапах дії препаратів відбувається активна деградація хлорофілу, обумовлена розвитком у рослин оксидативного стресу та підвищеним нагромадженням у тканинах продуктів пероксидного окиснення ліпідів [13].

Значні зміни у *Raphanus raphanistrum* L. були відмічені і в проходженні фотохімічних реакцій у хлоропластах. Зокрема, з наростанням норм внесення Гранстару 75 до 25 г/га інтенсивність транспорту електронів у хлоропластах знижувалась в середньому за 2000–2001 рр. у 15 разів, а за використання гербіциду з регулятором росту рослин – у 17 разів. Одержані дані щодо зниження вмісту хлорофілу та пригнічення фотохімічної активності хлоропластів в листках *Raphanus raphanistrum* L. чітко демонструють розлад у функціонуванні фотосинтетичної системи рослин, наслідком чого є зниження вмісту в листках вуглеводів. Так, за внесення Гранстару 75 в нормах 10–25 г/га як окремо, так і в поєднанні з Емістимом С зниження суми цукрів в листках *Raphanus raphanistrum* L. на восьму добу після обприскування рослин складало в середньому до контролю 44–96% у 2000 р. та 44–90% – у 2001 р.

Щодо вмісту води в листках *Raphanus raphanistrum* L., то на восьму добу після застосування Гранстару 75 він значно знижувався, однак, найбільш відчутним це зниження було у варіантах, де препарат вносили в нормах 20–25 г/га як окремо, так і в сумішах із рістрегулятором. Активне зневоднення рослин, яке спостерігалось в цих варіантах дослідів, призводило до поступового засихання листкових пластинок та їх відмирання.

2. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах *Raphanus raphanistrum* L. за дії гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстар 75, внесеного окремо і в поєднанні з Емістимом С (восьма доба після внесення препаратів)

Варіант досліджу	$X_{л(a+b)}$, мг/Г сирої маси	Інтенсивність транспорту електронів, мк Моль $K_3Fe(CN)_6$ /мг хлорофілу за годину	Сума цукрів, % на суху речовину	Вміст у листочках води, %
Без застосування препаратів (контроль)	<u>0,853</u> *	<u>12,63</u>	<u>2,01</u>	<u>73,3</u>
	<u>1,112</u>	<u>18,31</u>	<u>2,33</u>	<u>85,5</u>
Емістим С	<u>0,901</u>	<u>13,11</u>	<u>2,13</u>	<u>74,2</u>
	<u>1,230</u>	<u>20,12</u>	<u>2,44</u>	<u>86,6</u>
Гранстар 75 10 г/га	<u>0,422</u>	<u>6,13</u>	<u>1,13</u>	<u>51,3</u>
	<u>0,613</u>	<u>8,12</u>	<u>1,31</u>	<u>48,1</u>
Гранстар 75 15 г/га	<u>0,311</u>	<u>4,11</u>	<u>0,75</u>	<u>40,2</u>
	<u>0,420</u>	<u>5,11</u>	<u>0,75</u>	<u>31,1</u>
Гранстар 75 20 г/га	<u>0,124</u>	<u>3,01</u>	<u>0,31</u>	<u>20,1</u>
	<u>0,213</u>	<u>2,31</u>	<u>0,41</u>	<u>18,5</u>
Гранстар 75 25 г/га	<u>0,013</u>	<u>1,12</u>	<u>0,12</u>	<u>10,2</u>
	<u>0,112</u>	<u>0,93</u>	<u>0,23</u>	<u>9,1</u>
Гранстар 75 10 г/га + Емістим С	<u>0,400</u>	<u>6,0</u>	<u>1,28</u>	<u>50,8</u>
	<u>0,608</u>	<u>8,0</u>	<u>1,28</u>	<u>43,3</u>
Гранстар 75 15 г/га + Емістим С	<u>0,312</u>	<u>3,21</u>	<u>0,80</u>	<u>38,1</u>
	<u>0,412</u>	<u>4,98</u>	<u>0,80</u>	<u>30,1</u>
Гранстар 75 20 г/га + Емістим С	<u>0,126</u>	<u>2,13</u>	<u>0,32</u>	<u>18,3</u>
	<u>0,185</u>	<u>2,28</u>	<u>0,53</u>	<u>17,8</u>
Гранстар 25 г/га + Емістим С	<u>0,009</u>	<u>1,01</u>	<u>0,08</u>	<u>10,4</u>
	<u>0,110</u>	<u>0,81</u>	<u>0,24</u>	<u>8,3</u>
НІР ₀₅	<u>0,301</u>	<u>5,81</u>	<u>0,31</u>	<u>8,3</u>
	<u>0,184</u>	<u>2,11</u>	<u>0,28</u>	<u>10,2</u>

Примітка: * – над ризикою – 2000 р.;
під ризикою – 2001 р.

Висновки. Фізіолого-біохімічні процеси у *Raphanus raphanistrum* L. за дії гербіциду Гранстар 75, внесеного як окремо, так і в сумішах із рістрегулятором Емістимом С, зазнають значних змін: на третю, а особливо на восьму, добу після внесення препаратів у бур'янів простежується пригнічення фотосинтетичних процесів (знижується рівень хлорофілу та фотохімічна активність хлоропластів у листках), порушуються водний та вуглеводний обміни. Порушення проходження фізіолого-біохімічних

процесів у *Raphanus raphanistrum* L. наростає із збільшенням норм використання гербіциду та проходить на однаково високому рівні, не залежно від внесення гербіцидного препарату роздільно, чи в сумішах із рістрегулятором. Застосування Гранстару 75 у сумішах із Емістимом С не знижує фітотоксичної дії гербіциду по відношенню до бур'янів та забезпечує високий відсоток їх знищення як за самостійного внесення Гранстару 75, так і в сумішах із рістрегулятором.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Швартау В. В. Напрями регулювання фітотоксичності гербіцидів за допомогою хімічних сполук / В. В. Швартау // Матеріали третьої науково-теоретичної конференції [«Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження»], (Київ, 5–6 березня 2002 р.). – К., 2002. – С. 147–157.
2. Защита растений в устойчивых системах землепользования / [Шпаар Д., Бартальс Г., Бурт У. и др.] ; под. ред. Д. Шпаара. – Минск, 2004. – Книга 4. – 345 с.
3. 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.
4. Мордерер Є. Ю. Фізіологічні аспекти захисту посівів від бур'янів / Є. Ю. Мордерер // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку : зб. наук. праць. – К. : Логос, 2009. – Т. 2. – С. 12–39.
5. Механизм действия 2,4-Д в апексах растений / Д. И. Чканинов, О. Д. Микитюк, О. Д. Макеев [и др.] // Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири: тр. конф., февраль 1985г. – Иркутск, 1986. – С. 18–25.
6. Мордерер Є. Ю. Дослідження участі вільнорадикальних окислювальних реакцій у розвитку фітотоксичної дії грамініцидів / Є. Ю. Мордерер, М. П. Паланиця, О. П. Родзевич // Физиология и биохимия культурных растений. – 2008. – Т. 40. – № 1. – С. 56–61.
7. Sanders Gina E. Studies into the differential activity of the hydroxybenzonitrile herbicides 1. Photosynthetic inhibition, symptom development and ultrastructural changes in two contrasting species / E. Gina Sanders, E. Pallet Kenneth // Pestic. Biochem. and Physiol. – 1986. – V. 26. – № 2. – P. 116–127.
8. Рубін С. С. Вплив 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти, симазину і атразину на вуглеводний обмін однодольних і дводольних рослин / С. С. Рубін, З. М. Грицаєнко // Резерви збільшення виробництва сільськогосподарських продуктів: зб. наук. праць. – Черкаси, 1967. – С. 116–120.
9. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні / В. У. Ящук, Д. В. Іванов, О. Л. Капліна [та ін.] // Спеціальний випуск журналу «Пропозиція». – К. : Юнівест-Медіа, 2010. – 536 с.

10. 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.
11. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова; под. ред. И. П. Ермакова. – М. : «Академия», 2003. – 256 с.
12. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Починок Х. Н. – К. : Наукова думка, 1976. – 334 с.
13. Шевченко Н. В. Перекисное окисление мембранных липидов при действии на растения галогидфеноксикислот / Н. В. Шевченко, С. И. Погосян, М. Н. Мерзляк // Физиология растений. – 1980. – Т. 27. – № 2. – С. 363–369.

*Карпенко В. П. Физиолого-биохимические изменения в *Raphanus raphanistrum* L. при действии в посевах ячменя ярового гербицида Гранстар 75 и рострегулятора Эмистима С.*

*В результате проведенных исследований установлено, что не зависимо от использования гербицида Гранстар 75 отдельно или совместно с регулятором роста растений Эмистимом С в растениях *Raphanus raphanistrum* L. происходят существенные нарушения в прохождении основных физиолого-биохимических процессов, которые определяют гибель сорняков.*

*Ключевые слова: физиолого-биохимические изменения, *Raphanus raphanistrum* L., яровой ячмень, гербицид, регулятор роста растений.*