

УДК 633.1:632.51

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКІВ ФЛОРАСУЛАМУ В РОСЛИНАХ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Михальська Л. М.¹, Швартау В. В.¹, Омельчук С. Т.²

¹*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ, Mykhalskaya_L@ukr.net*

²*Інститут гігієни та екології Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця, Київ*

Визначили особливості метаболізму флорасуламу у рослинах пшениці, у тому числі і за сумісної дії у композиції Дербі 175 SC, с.к. з Аксіалом 045 EC, к.е. та карбамідом. Встановили, що застосування гербіциду Дербі 175 SC, с.к. у композиціях з грамініцидом Аксіал 045 EC, к.е. та карбамідом не призводить до підвищення залишкових кількостей флорасуламу та метаболіту DE 570 ВІН в зерні озимої пшениці.

Ключові слова: метаболізм, гербіциди, грамініциди, бур'яни, озима пшениця.

ВСТУП

Забур'яненість посівів є одним із головних чинників, що заважають отримувати вагомий врожай, а боротьба з бур'янами залишається складним й затратним елементом технології захисту посівів озимої пшениці [1].

Відкриття фітотоксичної дії гербіцидів-інгібіторів ацетолактатсинтази класу сульфонамідів суттєво посилило рівень боротьби з бур'янами на посівах зернових колосових культур. Серед похідних N-арилтриазоло-[1,5-с]-піримідин сульфаніламідів є гербіциди хлорансулам-метил, дихлосулам, флорасулам, мето сулам та інші, а також триазолопіримідинсульфаніламідів – пеноксулам й піроксулам [2, 3].

Для боротьби з бур'янами у посівах пшениці широко використовується селективний гербіцид для захисту зернових колосових культур від однорічних та деяких багаторічних дводольних бур'янів Дербі 175 SC, с.к. (суспензійний концентрат, що містить 100 г/л флуметсуламу та 75 г/л флорасуламу), який застосовують у дозах 0,050–0,070 л/га. Це системний післясходовий гербіцид контролює широкий спектр однорічних та деяких багаторічних (осоти) дводольних бур'янів, зокрема тих, що є стійкими до інших протидвродольних препаратів. Високу чутливість до дії композиції проявляють: підмаренник чіпкий, волошки сині, сокирки польові та інші шкодочинні види дводольних бур'янів.

За механізмом дії компоненти гербіциду належать до інгібіторів ацетолактатсинтази. Важливою складовою гербіциду Дербі є флорасулам, похідне триазолопіримідинсульфоаніліду, протидвродольний гербіцид, який широко використовують у світі для післясходової боротьби з дводольними бур'янами у посівах зернових колосових культур та кукурудзи у дозах до 7,5 г/га [4, 5, 6].

Селективність флорасуламу пов'язують із відмінностями у метаболізмі в рослинах культурних видів злакових та бур'янів. Так, період напіврозкладу молекули флорасуламу у рослинах пшениці становить 2,4 год., натомість у дводольних видах бур'янів – від 19 до >48 год. Особливості метаболізму

флорасуламу у рослинах визначалися з використанням методу ВЕРХ та подальшим аналізом мас-спектрометрією мічених ^{14}C ізотопів гербіциду. За даними авторів, флорасулам метаболізується шляхом гідроксилювання кільця аніліну з наступною кон'югацією з глюкозою. Метаболізм у дводольних видах бур'янів у дослідженнях авторів був настільки повільним, що присутність метаболітів гербіциду визначити не вдалося [7]. Тому, основним шляхом метаболізму флорасуламу вважають гідроксилювання.

Ймовірно, що 5-гідроксифлорасулам є основним метаболітом флорасуламу і в ґрунті [8].

Зазначимо, що високий рівень естаразної активності злакових видів рослин [9] може зумовлювати перебіг метаболічної деструкції також і шляхом гідролізу метильної групи у положенні 5-метокси [10] з утворенням метаболіту DE 570 ВІН (табл. 1).

Зазначимо, що Дербі часто застосовується у сумішах, переважно з грамініцидами піноксаденом або фуроре, а також із добривами для позакореневого підживлення [11–12]. При цьому, вплив компонентів робочих розчинів на метаболізм гербіциду не встановлений.

Тому, метою даної роботи було дослідити особливості метаболізму флорасуламу у рослинах пшениці, у тому числі і за сумісної дії у композиції Дербі 175 SC, с.к. з Аксіалом 045 EC, к.е. та карбамідом, а також визначити швидкість деструкції флорасуламу в умовах польових дослідів.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Дослідження проводили на виробничих посівах озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту Смуглянка у Вінницькій області (АФ «Комора», смт. Тростянець, ПрАТ «Зернопродукт МХП») та Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України у смт. Глеваха Васильківського району Київської області у 2008-2012 рр. Облікові ділянки в досліді займали площу – 10 м², повторність – 6–10 кратна.

У зоні досліджень за вегетаційний період сума активних температур (понад +10°C) становила близько 2600–2900 °C. Опадів протягом року випало від 460 до 520 мм., а за літній період у середньому 200–220 мм. Вегетаційні сезони 2010–2011 років відрізнялися тривалими високими температурами та сильною посухою у генеративну фазу розвитку пшениці. Влітку температура піднімалася до 42°C. Середня місячна температура повітря у травні 2012 року становила 13–16°C, місячна кількість опадів становила 40–60 мм, що свідчить про те, що погодні умови були сприятливими для формування врожаю зернових.

Протягом вегетації проводили підживлення рослин, боротьбу зі шкідниками та хворобами і фенологічні спостереження. Насіння обробляли перед посівом протруйником Селест Топ, 1,5 л/т. До робочого розчину додавали комплексні добрива на основі монокалійфосфату, 2 кг/т насіння. Протягом вегетації обробляли рослини фунгіцидами Альто Супер, 0,5 л/га і Амістар Екстра, 0,7 л/га, інсектицидом Енжіо, 0,2 л/га, зокрема у фазу кушіння, цвітіння та по прапорцевому листку. Гербіцидами Дербі, 0,070 л/га і Аксіал, 1,0 л/га у фазу виходу в трубку озимої

пшениці обробляли основну площу поля, залишаючи ділянки 0,2–0,3 га для проведення досліджень. Доза карбаміду позакоренево становила 10 кг/га. Обприскування проводили у вечірні години, за температури повітря 20–24 °С і за відсутності вітру.

Визначення вмісту флорасуламу та його метаболіту (табл. 1) проводили методом ВЕРХ [10].

Таблиця 1

Флорасулам та його метаболіти

Сполука	Структурна формула	Назва за IUPAC
Флорасулам (DE 570)		N-2,6-(дифторофеніл)-8-фтор-5-метокси-(1,2,4-тріазол[1,5-с]-піримідин-2-сульфонамід
Метаболіт (DE 570 ВІН)		N-2,6-(дифторофеніл)-8-фтор-5-гідрокси-(1,2,4-тріазол[1,5-с]-піримідин-2-сульфонамід
Метаболіт [7]		N-2,6-(дифторофеніл)-4-гідрокси-8-фтор-5-метокси-(1,2,4-тріазол[1,5-с]-піримідин-2-сульфонамід
Метаболіт [7]		N-2,6-(дифторофеніл)-4-β-D-глюкоза-8-фтор-5-метокси-(1,2,4-тріазол[1,5-с]-піримідин-2-сульфонамід

Умови хроматографування: рідинний хроматограф «Shimadzu» з УФ детектором, довжина хвилі 260 нм, колонка Нуклеосил С18, рухома фаза – суміш ацетонітрилу та бідистильованої води з 0,1 г/л трифтороцтової кислоти (35:65), час утримування відповідав стандартам. Стандарти флорасуламу (DE 570) та метаболіту флорасуламу (DE 570 ВІН) компанії «Доу АгроСайенсіс», США.

Визначення вмісту флорасуламу та його метаболіту DE 570 ВІН в рослинах та у зерні здійснювали після екстрагування ацетоном (прапорцеві листки) та сумішшю ацетону з 1% розчином оцтової кислоти (10 часток + 1 частка) (зерно). Далі екстракти очищували у системі гексан-вода рН 3,0 оцтовою кислотою, а екстракти зелених частин додатково – на картриджах ТФЭ С18 (Waters).

Математичну обробку даних проводили за допомогою професійного пакету програм для статистичного аналізу Statistica 8,0, згідно стандартних методик [13–15] та за допомогою програми Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що за умов внесення високої дози Дербі – 70 мл/га, у фазу прапорцевого листка у рослинах пшениці знайдено низькі рівні залишкових кількостей флорасуламу. Високі дози, 50 мл/га та більше, застосування Дербі у виробництві викликані необхідністю посилити дію композиції до рослин осотів, особливо до тих рослин, що знаходяться у генеративній фазі розвитку. Застосування Дербі з Аксіалом може сприяти підвищенню вмісту флорасуламу у рослинах, ймовірно за рахунок компонентів препаративної форми, яка сприяє надходженню діючих речовин гербіцидів до рослин.

Попередніми дослідженнями [16] в умовах вегетаційних дослідів було встановлено, що за умов внесення високих доз близького до флорасуламу за структурою сульфонамідів флуметсуламу у зерні та ґрунті було знайдено 0,031 та 0,045 мг/кг відповідно. В умовах польових досліджень за умов внесення високої дози флорасуламу, 70 мл Дербі/га, залишків гербіциду у зерні не знайдено (табл. 2).

Таблиця 2

Метаболізм флорасуламу в рослинах пшениці за дії піноксадену та карбаміду

Гербіцид, метаболіт	Дербі	Дербі + Аксіал	Дербі + Аксіал + карбамід	Вміст сполуки, мг/кг	
				Фаза прапорцевого листка	Зерно
Флорасулам	+	-	-	0,07±0,02	н.в.
Флорасулам	-	+	-	0,11±0,04	н.в.
Флорасулам	-	-	+	0,12±0,04	н.в.
Метаболіт DE 570 ВІН	+	-	-	0,11±0,04	н.в.
Метаболіт DE 570 ВІН	-	+	-	0,11±0,07	н.в.
Метаболіт DE 570 ВІН	-	-	+	0,19±0,05	н.в.

Необхідно відзначити, що спостерігалися також низькі рівні вмісту метаболіту DE 570 ВІН у рослинах пшениці у фазу прапорцевого листка. Застосування Дербі одночасно з Аксіалом 045 ЕС, к.е. та азотним добривом може сприяти посиленню накопичення даного метаболіту у рослинах. Залишків флорасуламу та його метаболіту DE 570 ВІН в зерні не знайдено.

Відомо, що період напіврозкладу флорасуламу в рослинах озимої пшениці складає менше доби, що підтверджують результати визначення залишків гербіциду. В той же час, низькі рівні метаболіту DE 570 ВІН у рослинах можуть свідчити про доцільність розгляду гідроксилування з наступною кон'югацією з вуглеводами, як більш ймовірного шляху метаболізації флорасуламу у рослинах.

ВИСНОВКИ

Застосування гербіциду Дербі 175 SC, с.к. у композиціях з грамініцидом Аксіал 045 ЕС, к.е. не приводить до підвищення залишкових кількостей флорасуламу та метаболіту DE 570 ВІН в зерні пшениці.

За умов застосування Дербі 175 SC, с.к. разом з грамініцидом та азотним добривом дещо зростає вміст флорасуламу та метаболіту DE 570 ВІН у рослинах пшениці в фазу прапорцевого листка. Дане посилення накопичення гербіциду в рослинах може бути пов'язане із встановленим зростанням фітотоксичності даної композиції до шкодочинних видів бур'янів на посівах пшениці [12].

Список літератури

1. Моргун В. В. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков / В. В. Моргун, В. В. Швартау, Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 5. – С. 371–392.
2. Jabusch T. W. Chemistry and fate of triazolopyrimidine sulfonamide herbicides / T. W. Jabusch, R. S. Tjeerdema // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 2008. – Vol. 193. – P. 31–52.
3. Penoxsulam-structure-activity relationships of triazolopyrimidine sulfonamides / T. C. Johnson, T. P. Martin, R. K. Mann, M. A. Pobanz // Bioorg. Med. Chem. – 2009. – Vol. 17. – P. 4230–4240.
4. Моргун В.В. Клуб 100 центнерів. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці / В. В. Моргун, С. В. Санін, В. В. Швартау. – К. : Логос, 2012. – 131 с.
5. Florasulam: a new, low dose herbicide for broadleaf weed control in cereals / A. R. Thompson, A. M. McReath, C. M. Carson [et al.] // Proceedings of Brighton Pest Control Conference-Weeds, BCPC, Farnham. – 1999. – P. 73–80.
6. Hodges C. C. Uptake and metabolism as mechanisms of selective herbicidal activity of the 1,2,4-triazolo[1,5- α] pyrimidines / C. C. Hodges, G. J. DeBoer, J. Avalos // Pestic. Sci. – 1990. – Vol. 29. – P. 365–378.
7. DeBoer G. J. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds / G. J. DeBoer, S. Thornburgh, R. J. Ehr // Pest. Manag. Sci. – 2006. – Vol. 62, № 4. – P. 316–324.
8. Krieger M. S. Effect of temperature and moisture on the degradation and sorption of florasulam and 5-hydroxyflorasulam in soil / M. S. Krieger, F. Pillar, J. A. Ostrander // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48. – P. 4757–4766.
9. Antonov V. K. Chemistry of proteolysis / V. K. Antonov. – Berlin; Heidelberg etc. : Springer-Verl., 1993. – 495 p.
10. Методичні вказівки з визначення флорасуламу та його метаболіту у воді, ґрунті та зерні методом високоефективної рідинної хроматографії / С. В. Мурашко, Н. М. Кузенко // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2003. – 36. № 35. – С. 34–43.
11. Швартау В. В. Гербіциди. Основи регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості / В. В. Швартау. – К.: Логос, 2009. – Т. 2. – 1046 с.
12. Швартау В. В. Вплив азотних добрив на активність гербіцидів Аксіал та Дербі / В. В. Швартау, Л. М. Михальська // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 5. – С. 19–22.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агротехиздат, 1985. – 351 с.
14. Радов А. С. Практикум по агрохимии / А. С. Радов, И. В. Пустовой, А. В. Корольков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 312 с.
15. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьов, М. П. Секун, О. О. Іващенко. – К.: Світ, 2001. – 448 с.
16. Chen Y. Dissipation and residues of flumetsulam in wheat and soil / Y. Chen, J. Hu, T. Yang // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2012. – Vol. 88, № 6. – P. 897–901.

Михальська Л. Н., Швартау В. В., Омельчук С. Т. Определение остатков флорасулама в растениях озимой пшеницы // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2012. Вып. 6. С. 276–281.

Исследовали особенности метаболизма флорасулама в растениях пшеницы, в том числе при совместном действии гербицида Дерби 175 SC, с.к. в композиции с граминицидом Аксиалом 045 EC, к.е. и карбамидом. Установлено, что применение Дерби в композициях с Аксиалом и карбамидом не приводит к повышению остаточных количеств флорасулама и метаболита DE 570 BIN в зерне озимой пшеницы.

Ключевые слова: метаболизм, гербициды, граминициды, сорняки, озимая пшеница.

Mykhalska L. M., Schwartau V. V., Omelchuk S. T. Determination of florasulam residues in winter wheat // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 6. P. 276–281.

The features of florasulam metabolism in wheat plants including under the joint action of herbicide Derby 175 SC, s.c. in combination with graminicide Axial 045 EC c.e. and urea were investigated. It was established that the use of Derby in compositions with Axial and urea does not increase the florasulam and metabolite DE 570 BIN residues in winter wheat grain.

Key words: metabolism, herbicides, graminicides, weeds, winter wheat.

Поступила в редакцию 10.08.2012 г.