

*П.М. Кислушко, С.А. Арашкович, А.А. Крейдич, В.Л. Поплевко
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ФУНГИЦИДОВ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ КЛАССОВ В РАСТЕНИЯХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

Дата поступления статьи в редакцию: 03.05.2021

Рецензент: канд. с.-х. наук Быковская А.В.

Аннотация. Приведены результаты определения остаточных количеств фунгицидов различных химических классов (триазолы, стробилурины, пиридинил-этилбензамиды, морфолины, имидазолы и бензимидазолы) в растительной продукции (пшеница озимая и яровая, ячмень яровой, тритикале озимое). Показано, что остаточные количества действующих веществ фунгицидов обнаруживались, в основном, в урожае соломы. В образцах зерна остатки фунгицидов обнаруживались в единичных случаях (тебуконазол, пропиконазол, азоксистробин) в количествах, не превышающих МДУ.

Ключевые слова: фунгициды, остаточные количества, пшеница озимая и яровая, ячмень яровой, тритикале озимое.

Введение. Потенциальные потери урожая в Беларуси при отсутствии эффективной защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов могут составить 25 – 30 % и более. Считается, что треть всех потенциальных потерь от вредных организмов вызывается болезнями растений [4]. В этом плане во всем мире много внимания уделяется совершенствованию ассортимента фунгицидных препаратов. В обращение вводятся вещества сложной химической структуры, обладающие широким спектром фунгицидной активности против патогенов.

В настоящее время в Республике Беларусь зарегистрировано и разрешено к применению 173 препаративные формы фунгицидных препаратов [1], включающие в своем составе в качестве действующих веществ соединения различных химических классов с разными санитарно-токсикологическими характеристиками. Действующие вещества многих фунгицидных препаратов, особенно из класса стробилурины, триазолы, морфолины, бензимидазолы (азоксистробин, флуоксастробин, тебуконазол, спирокарсамин, карбендазим и др.) обладают системным действием и способны в определенной степени передвигаться по растению [2, 3, 14].

В связи с введением в программы защиты сельскохозяйственных культур фунгицидных препаратов на основе действующих веществ

системного действия, возникает необходимость оценки вероятности накопления их остаточных количеств в растительной продукции. В этом плане в период с 2019 по 2020 гг. были проведены исследования по вероятности накопления остаточных количеств действующих веществ фунгицидов различных химических классов в урожае соломы и зерна зерновых колосовых культур.

Материал и методика исследований. Для изучения уровней загрязнения урожая остатками фунгицидов в зерновых культурах использовали образцы, предоставленные технологическими лабораториями РУП «Институт защиты растений». Перечень действующих веществ изучаемых фунгицидных препаратов и их основные физико-химические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень изучаемых действующих веществ и их физико-химические характеристики [2, 3, 14]

№ п/п	Наименование действующего вещества	Группа химических соединений	Эмпирическая формула	Растворимость		Метод определения
				Вода	Органич. растворители	
1	Тебуконазол	Триазолы	$C_{16}H_{22}ClN_3O$	32 мг/л	Гексан-1 г/л	[6]
2	Ципроконазол	То же	$C_{18}H_{18}ClN_3O$	140 мг/л	Ацетон-230 г/л	[9]
3	Пропиконазол	То же	$C_{15}H_{17}Cl_2N_3O_2$	110 мг/л	Хорошо растворим	[13]
4	Дифеноконазол	То же	$C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$	5 мг/л	Хорошо растворим	[6]
5	Флутриафол	То же	$C_{16}H_{13}F_2N_3O$	104 мг/л	Умеренно растворим	[6]
6	Азоксистробин	Стробилурины	$C_{22}H_{17}N_3O$	10 мг/л	Умеренно растворим	[8]
7	Трифлуксистробин	То же	$C_{20}H_{19}F_3N_2O_4$	0,6 мг/л	Гексан - 11 г/л	[7]
8	Флуоксастробин	То же	$C_{21}H_{16}ClFN_4O_5$	-	-	[6]
9	Биксафен	Анилиды и пиразолы	$C_{16}H_{12}Cl_2F_3N_3O$	0,49 мг/л	Дихлор-метан – 102 г/л	[6]
10	Флуопирам	Пиридинил-этилбензамиды	$C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$	16 мг/л	Дихлор-метан – 250 г/л	[6]
11	Спироксамин	Морфолины	$C_{18}H_{35}NO_2$	340-470 мг/л	-	[12]
12	Карбендазим	Бензимидазолы	$C_9H_9N_3O_2$	Плохо растворим	Плохо растворим	[11]
13	Прохлораз	Имидазолы	$C_{15}H_{16}Cl_3N_3O_2$	5,6 мг/л	Умеренно растворим	[10]

Примечание. «-» – нет данных.

Определение остаточных количеств действующих веществ фунгицидных препаратов проводили методами газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии (таблица 1). Перечень изучаемых фунгицидных препаратов, а также нормы расхода на соответствующей культуре представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Остаточные количества действующих веществ фунгицидов в растительной продукции в 2019 г.

Препарат, норма расхода, кг (л)/га	Культура	Действующее вещество	Объект анализа	Остатки, мг/кг	МДУ, мг/кг
Эвито Т, СК, 1,0 л/га	Оз. три-тикале	Тебуконазол, флуоксастро-бин	Солома	0,41 (тебуконазол)	Не норм.*
				0,73 (флуоксастробин)	Не норм.*
			Зерно	0,008 (флуоксастробин)	0,5
Алиот, КЭ, 0,4 л/га	Оз. пше-ница	Ципроконазол, пропиконазол	Зерно	0,003 (пропиконазол)	0,1
			Солома	0,15 (ципроконазол)	Не норм.*
				0,15 (пропиконазол)	Не норм.*
Балий, КМЭ, 0,8 л/га	Яр. ячмень	Азоксистро-бин, пропико-назол	Зерно	0,04 (азоксистробин)	0,5
			Солома	0,09 (пропиконазол)	Не норм.*
Балий, КМЭ, 0,8 л/га	Оз. пше-ница	Азоксистро-бин, пропико-назол	Солома	0,158 (пропиконазол)	Не норм.*
Тезис, КС, 0,5 л/га	Оз. пше-ница	Тебуконазол	Зерно	0,013	0,2
			Солома	0,97	Не норм.*
Пропульс, КЭ, 1,0 л/га	Оз. пше-ница	Флуопирам, протиоконазол	Солома	0,156 (флуопирам)	Не норм.*
				0,17 (протиоконазол)	Не норм.*
Алиот, КЭ, 0,4 л/га	Яр. ячмень	Ципроконазол, пропиконазол	Солома	0,082 (ципроконазол)	Не норм.*
				0,096 (пропиконазол)	Не норм.*
Колосаль Про, КМЭ, 0,4 л/га	Оз. три-тикале	Тебуконазол, пропиконазол	Солома	0,46 (тебуконазол)	Не норм.*
				0,12 (пропиконазол)	Не норм.*
Григоль Экстра КЭ, 1,0 л/га	Оз. пше-ница	Прохлораз, пропиконазол	Солома	0,15 (пропиконазол)	Не норм.*
Григоль Экстра, КЭ, 1,0 л/га	Яр. пше-ница	Прохлораз, пропиконазол	Солома	0,07 (прохлораз)	Не норм.*
				0,17 (пропиконазол)	Не норм.*
Инпут, КЭ, 1,25 л/га	Оз. пше-ница	Спироксамин, протиоконазол	Солома	0,19 (спироксамин)	Не норм.*
				0,19 (протиоконазол)	Не норм.*
Сизаро, КЭ, 0,8 л/га	Яр. ячмень	Тебуконазол, протиоконазол	Солома	0,04 (тебуконазол)	Не норм.*

* Не нормируется.

Таблица 3 – Остаточные количества действующих веществ фунгицидов в растительной продукции в 2020 г.

Препарат, норма расхода, кг(л)/га	Культура	Действующее вещество	Объект анализа	Остатки, мг/кг	МДУ, мг/кг
Каюнис КЭ, 0,8 л/га	Яр. ячмень	Биксафен Спироксамин Трифлор- си-стробин	Солома	0,051 (биксафен)	Не норм.*
				0,050 (спироксамин)	Не норм.*
				0,021 (трифлор- систробин)	Не норм.*
Понезим КС, 0,6 л/га	Яр. ячмень	Карбендазим	Солома	0,75	Не норм.*
Импакт эк- клюзив, КС, 0,5 л/га	Оз. пше- ница	Карбендазим Флутриафол	Солома	0,24 (карбендазим)	Не норм.*

* Не нормируется.

Результаты исследований. За период 2019–2020 гг. проанализировано 204 образца зерновых культур после применения фунгицидных препаратов различных химических классов. Остаточные количества обнаружены в 34 образцах (16,7 %), в том числе фунгицидов класса триазолов – 19 образцов (9,3 %). Необходимо отметить, что накопление остаточных количеств действующих веществ фунгицидов обнаруживалось, в основном, в урожае соломы (88 %). В образцах зерна остатки фунгицидов обнаруживались в единичных случаях (тебуконазол, пропиконазол, азоксистробин) в количествах, не превышающих максимально допустимые уровни (МДУ).

В таблицах 2, 3 представлены результаты по пестицидам и культурам, в образцах которых были обнаружены остаточные количества действующих веществ фунгицидов, а также значения МДУ в объектах анализа [5].

В 2020 г. был заложен полевой опыт на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах пшеницы яровой, целью которого явилось изучение динамики накопления стойких фунгицидных действующих веществ пропиконазола и прохлораза, содержащихся в фунгициде Бампер супер, КЭ с нормой расхода 1,0 л/га. Результаты представлены в таблице 4.

Как видно из приведенных данных, пропиконазол и прохлораз сохранялись в зеленой массе яровой пшеницы в течение 30 суток после применения в количествах 13,8 и 19,5 % соответственно от исходного количества на момент обработки. На 50-е сутки в зеленой массе, а также в период уборки в зерне и соломе остаточных количеств пропиконазола и прохлораза не обнаружено.

Таблица 4 – Накопление пропиконазола и прохлораза в растениях яровой пшеницы после применения фунгицида Бампер супер, КЭ, с нормой расхода 1,0 л/га (аг. Прилуки, 2020 г.)

Период отбора проб, вид образца	Содержание д.в. фунгицида, мг/кг	
	пропиконазол	прохлораз
В момент внесения (зеленая масса)	0,29	0,87
30-е сутки (зеленая масса)	0,04	0,17
50-е сутки (зеленая масса)	Не обн.	Не обн.
Перед уборкой (зерно)	Не обн.	Не обн.
Перед уборкой (солома)	Не обн.	Не обн.

Вывод. Проведенные исследования показали, что при использовании фунгицидных препаратов (одно-, двух- и трехкомпонентных), содержащих в своем составе действующие вещества различных химических классов, опасность загрязнения растительной продукции зерновых колосовых культур остатками фунгицидов незначительна. Так, из 204 проанализированных образцов остаточные количества действующих веществ были обнаружены в 34, при этом в соломе обнаруживалось 88 % случаев загрязнения остатками фунгицидов, главным образом класса триазолов. Загрязнения зерна остаточными количествами фунгицидов отмечены в единичных случаях, при этом уровни накопления не превышали значений МДУ.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2020. – 742 с.
2. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений: справ. изд. / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.
3. Белан, С. Р. Новые пестициды: справочник / С. Р. Белан, А. Ф. Грапов, Г. М. Мельникова. – М.: Издательский дом «Грааль», 2001. – 196 с.
4. Голышин, Н. М. Фунгициды / Н. М. Голышин. – М.: Колос, 1993. – 319 с.
5. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: ГН 27.09.2012 № 149: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 28.10.2011: введ. 19.10.2012. – Минск: Респ. Центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2012. – 173 с.
6. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. рекомендации / П. М. Кислушко [и др.]; под ред. П. М. Кислушко; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2019. – 312 с.
7. Методичні вказівки з визначення трифлуксистеробіну в воді, ґрунті, яблуках, грушах, яблучному соку методом газорідинної хроматографії // Методичні вказівки з визначення мікродозок пестицидів в продуктах харчування кормах та наваколінському середовищі. – Київ, 2004. – Зб. № 37. – С. 36-41.

8. Определение азоксистробина, действующего вещества препарата «Мирадор Форте, КЭ» в воде, почве, воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Инструкция по применению. Министерство здравоохранения РБ. Регистр. номер 102.12-1010. Минск, 2010.

9. Методические указания по определению ципроконазола (альто) в воде, почве, растениях хроматографическими методами // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Москва, 1994. – Сб. № 22. – Ч. 1 – С. 195-201.

10. Методические указания по определению прохлораза в зерне зерновых культур хроматографическими методами // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев, 2001. – Сб. №31. – С. 84-89.

11. Определение остаточных количеств тиофанат-метила и карбендазима в зеленой массе, соломе и зерне хлебных злаков, ботве и корнеплодах сахарной свеклы, яблоках и яблочном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Методические указания. МУК 4.1.3189-14.

12. Методичні вказівки з визначення спіроксаміну в воді, ґрунті, зерні пшениці і жита методом газорідинної хроматографії // Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування кормах та наваколишньому середовищі. – Київ, 2004. – 36. № 36. – С. 33-38.

13. Методические указания по определению тилта и зерне методом газожидкостной хроматографии // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник. – М.: ВО «Колом», 1992. – Т.1. – С. 547-549.

14. Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticide.ru/active_substance – Дата доступа: 14.04.2021.

P.M. Kislushko, S.A. Arashkovich, A.A. Kreydich, V.L. Poplevko.

RUE «Institute of plant protection», ac. Priluki, Minsk region

RESIDUES OF DIFFERENT CHEMICAL CLASS FUNGICIDES IN GRAIN CEREAL PLANTS

Annotation. The results of fungicide residues determination of different chemical class fungicides (triazols, strobilurines, piridinyl-ethylbenzamids, morpholines, imidazoles and benzimidazoles) in plant production (winter wheat and spring wheat, spring barley, winter triticale) are presented. It is shown that mainly, the active ingredients of fungicides have been determined in straw yield. In grain samples the fungicide residues have been discovered in single cases (tebuconazole, propiconazole, azoxystrobin) at the amount not increasing the MAL.

Key words: fungicides, residues, winter and spring wheat, spring barley, winter triticale.