

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USE OF MICROELEMENT AND FUNGICIDE TANK MIXTURES ON SUGAR BEET CROPS

I.V. Chechetkina

Research results of the study on the effectiveness of the use of fungicides, microelements and their tank mixtures on sugar beet crops are presented in the article. It was established that the application of fungicide Amistar (0.6 l/ha) provided the highest root yield. Combined application of fungicides and microfertilizer Polikom Svekla was effective only at the use of Rex Duo, Prosaro and Kolosal Pro on sugar beet crops.

УДК 633.11«324»:632[952+4]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДА СКАЙВЭЙ ХПРО, КЭ ПРОТИВ ФУЗАРИОЗА КОЛОСА И ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Н. Шашко, Ю.К. Шашко, канд. с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 5.03.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук В.Н. Буштевич

Аннотация. В статье представлены результаты исследования биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Скайвэй Хпро, КЭ против фузариоза колоса и зерна озимой пшеницы. Установлено, что применение препарата Скайвэй Хпро, КЭ (1,25 л/га) обеспечило сохраненный урожай в среднем за три года в размере 14,0 ц/га (+22,5% к контрольному варианту), что было выше, чем у эталонного препарата Прозаро, КЭ (1,0 л/га) – 10,3 ц/га (+16,6%). Сокращение нормы расхода Скайвэй Хпро, КЭ до 1,0 л/га не приводит к статистически достоверному снижению уровня хозяйственной эффективности.

Введение. Озимая пшеница – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Посевные площади ее в Беларуси составляют более 500 тыс. га. Одним из факторов, снижающих урожай и его качество, является поражение фузариозными болезнями, из которых наибольшее значение в последние годы приобретает фузариоз колоса. Вредоносность этого заболевания связана как с прямыми потерями урожайности (снижение массы 1000 зерен), так и с косвенными (снижение посевных, технологических, хлебопекарных качеств пораженного зерна и наличие в нем микотоксинов). Борьба с фузариями затруднена по ряду причин: очень ограниченное количество источников устойчивости в мировой коллекции, широкая распространенность фузариев в агроценозах, которая усиливается в связи с потеплением климата и перенасыщением севооборота злаковыми культурами, смена патогенных комплексов и появление новых агрессивных видов и штаммов. В сельскохозяйственной практике широко применяется химический метод защиты от болезней, так как позволяет экстренно реагировать и, применив фунгицид, предотвратить развитие эпифитотии. В связи с этим изучение новых препаратов является актуальным.

Требования к фунгицидам против фузариоза колоса высоки. Они должны снижать внешние симптомы поражения, защищать зерновки от заражения патогеном, способствовать уменьшению содержания микотоксинов (преимущественно дезоксиниваленола (ДОН)) в зерне, быстро деградировать до нетоксичных продуктов в связи с коротким периодом от обработки растений до созревания зерна [3]. Исследования, проведенные в разных странах мира, показали, что наиболее эффективны против фузариев три действующих вещества из группы триазолов: тебуконазол, протиоконазол, метконазол (таблицы 1-2) [9, 11, 12, 13]. Согласно информации, размещенной на сайте <http://www.eurowheat.org>, комбинации этих веществ друг с другом и с пироксамином (химический класс морфолины) обеспечивают наилучший эффект в контроле фузариоза колоса [цит. по 2].

Таблица 1 – Биологическая эффективность действующих веществ против фузариоза колоса пшеницы [11]

Стадия развития по Zadoks	Действующее вещество	Развитие инфекции, %			
		Ости	БЭ, %*	Колоски	БЭ, %
61	Тебуконазол	33	44	28	31
61	Бензимидазол	35	41	43	0
61	Имидазол	43	27	38	6
65	Тебуконазол	33	44	25	38
65	Бензимидазол	42	28	40	0
65	Имидазол	33	44	31	22
61+65	Тебуконазол	26	56	21	47
61+65	Бензимидазол	32	46	28	31
61+65	Имидазол	37	38	33	19
	Контроль	59		40	

* – биологическая эффективность

Таблица 2 – Эффективность фунгицидов против фузариоза колоса пшеницы и накопления ДОН [13]

Препарат	ДВ	ДОН, % к контролю	Фузариоз колоса, % к контролю
Caramba	Метконазол, 60 г/л	40-45	40-50
Prosaro	Протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л	40-42	45-53
Folicur	Тебуконазол, 250 г/л	22-28	30-40

Как видно из таблиц, даже лучшие препараты не обеспечивают защиту колоса более чем на 60%. Это связано с тем, что фузариоз колоса – цветковая инфекция и фунгицид необходимо применить в очень узкий по времени период, когда происходит заражение колоса. Фирма Байер предлагает вносить фунгициды, когда видны первые пыльники [6]. Если видны сухие завявшие пыльники, то с применением фунгицида уже опоздали, потому что конидии гриба уже проникли в цветки и заразили пыльники, как наиболее восприимчивый суб-

страт. Показано также, что фунгициды более эффективны на среднеустойчивых сортах, чем на восприимчивых [9].

В «Государственном реестре средств защиты растений...» зарегистрировано больше сорока фунгицидных препаратов против фузариоза колоса на озимой пшенице. Шесть из них содержат в составе действующие вещества метконазол или тебуконазол в чистом виде и только два препарата – комбинацию протиоконазола с тебуконазолом: прозаро, КЭ (протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л) и скайвэй Хрго, КЭ (биксафен, 75 г/л + протиоконазол, 100 г/л + тебуконазол, 100 г/л). Целью наших исследований было оценить эффективность нового препарата фирмы Байер Скайвэй Хрго против фузариоза колоса озимой пшеницы.

Материалы и методы. В качестве эталона использовали Прозаро, КЭ – системный фунгицид профилактического и лечебного действия, один из наиболее эффективных против фузариоза колоса пшеницы. Оба изучаемых препарата содержат в составе протиоконазол и тебуконазол, но в формуляцию Скайвэй Хрго добавлен биксафен – вещество из класса пиразолов, подавляющее прорастание мицелия и спор грибов [6].

Исследования проводили в 2014-2017 гг. на опытном поле лаборатории иммунитета с предшествующей монокультурой зерновых (инфекционный фон). Почва дерново-подзолистая рыхло-супесчаная среднекультуренная, содержание гумуса от 2,33 до 3,01%, P_2O_5 – 230-288 мг/кг, K_2O – 286-380 мг/кг почвы, рН 6,38-6,53. Для посева использовали семена озимой пшеницы сорта *Элегия*, норма высева 4,5 млн шт./га, сеялка John Deere. Площадь делянки 5 м², четырехкратная повторность. Агротехника – согласно технологическому регламенту возделывания озимой пшеницы в данной почвенно-климатической зоне. В фазу «флаговый лист» (ДК 37-39) проводили фоновую обработку фунгицидом против листовых инфекций. Для более достоверной оценки эффективности препаратов проводили искусственную инокуляцию растений в фазу «начало цветения» (ДК 61) споровой суспензией (концентрация спор 1×10^5 /мл) *Fusarium culmorum*. Этот вид фузариев является одним из наиболее распространенных и вредоносных возбудителей фузариоза колоса, вызывает явную форму поражения в виде розово-оранжевого налета спороношения [4, 8, 10]. В чистой культуре он весьма быстро растет и обильно спороносит при обычных условиях на стандартных питательных средах, что позволяет за короткий период наработать достаточное количество инфекционного материала. Заражение проводили в вечернее время, предварительно увлажнив растения водой с помощью ручного опрыскивателя. Обработку фунгицидами проводили на следующий день после инокуляции. Учеты распространенности и развития болезни, а также фитоэкспертизу семян проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5].

Метеорологические условия в годы исследований отличались от средне-многолетних показателей. В течение вегетационного периода 2014 г. температура воздуха превышала среднемноголетнюю норму, дефицита осадков не наблюдалось до уборки. В 2017 г. сумма активных температур была ниже нормы

в основную часть вегетационного периода (май-август), но количество атмосферных осадков превышало среднееголетний уровень на 9,0% при крайне неравномерном их выпадении. В 2015 г. дефицит осадков наблюдался практически весь период от весны до уборки.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2014 г. погодные условия способствовали развитию инфекции фузариоза колоса. Распространенность болезни в контрольном варианте достигла 66,0% и биологическая эффективность изучаемого и эталонного препаратов была невысокой. Дефицит влаги в момент инокуляции летом 2017 г. обусловил невысокую распространенность болезни, биологическая эффективность препаратов была высокой. Развитие болезни в эти годы было примерно одинаковым в варианте без внесения средств защиты. Применение фунгицида Прозаро позволило уменьшить поражение на 47,4-74,2%, а Скайвэй Хрго на 50,6-69,7% (1,0 л/га) и 59,6-69,6% (1,25 л/га) (таблица 3). В 2015 г. растения особенно сильно пострадали от недостатка влаги в июне, когда только во второй декаде выпало 11% от среднедекадной нормы осадков, что не позволило проявиться внешним симптомам поражения.

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицидов против фузариоза колоса озимой пшеницы (ДК 83)

Вариант	Распространенность (Р)				Развитие (R)			
	2014 г.		2017 г.		2014 г.		2017 г.	
	%	БЭ, %	%	БЭ, %	%	БЭ, %	%	БЭ, %
Контроль (без обработки)	66,0		19,7		44,5		43,7	
Прозаро, 1,0 л/га (эталон)	32,0	51,5	3,3	83,2	11,5	74,2	23,0	47,4
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	40,0	39,4	5,0	74,6	13,5	69,7	21,6	50,6
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	42,0	36,4	2,0	89,8	18,0	59,6	13,3	69,6

В литературе имеются сведения о высокой положительной корреляции ($r=0,6-0,83$) между степенью поражения колоса и количеством фузариозных зерен [1]. В наших опытах, проведенных в 2014-2015 гг., связь между данными показателями была слабее, коэффициент корреляции составил 0,49-0,52 в зависимости от года исследований [7]. Поэтому мы считаем, что в подобных опытах крайне необходимо проведение фитоэкспертизы зерна, полученного урожая и именно степень инфицированности зерновок считать основным показателем при оценке эффективности фунгицидов.

В годы с благоприятными для развития фузариев погодными условиями искусственная инокуляция позволила добиться довольно высокого уровня заражения зерна – 57,0-68,0%, и даже в засушливом 2015-м этот показатель составил 28,0%. Биологическая эффективность изучаемых препаратов была примерно на одном уровне и в среднем составила 60,8% у Прозаро и 52,3-54,2% – у Скайвэй Хрго в зависимости от нормы расхода (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние фунгицидов на поражение зерна озимой пшеницы фузариозной семенной инфекцией

Вариант	Поражение <i>Fusarium</i> sp. %				Биологическая эффективность, %			
	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее
Контроль (без обработки)	68,0	28,0	57,0	51,0	-	-	-	-
Прозаро, 1,0 л/га (эталон)	36,0	10,0	14,0	20,0	47,1	64,3	75,4	60,8
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	32,0	12,0	29,0	24,3	52,9	57,1	49,1	52,3
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	38,0	12,0	20,0	23,3	44,1	57,1	64,9	54,2

Так как схема опыта 2014 г. предусматривала посев только двух повторностей с применением искусственной инокуляции посева *F. culmorum*, статистический анализ данных по хозяйственной эффективности препаратов оказался невозможным (таблица 5), однако прибавка урожайности составила 15,1 ц/га у Прозаро и 20,4-20,9 ц/га у Скайвэй Хрго.

Таблица 5 – Влияние фунгицидов на урожайность озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га				Урожайность, ± к контролю	
	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	78,1	57,6	50,7	62,1		
Прозаро, 1,0 л/га	93,2	62,6	61,3*	72,4	+10,3	+16,6
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	99,0	62,1	62,2*	74,4	+12,3	+19,8
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	98,5	62,3	67,6*	76,1	+14,0	+22,5

НСР₀₅ 8,0 10,6

* – статистически достоверное превышение по отношению к контролю

Наиболее благоприятным в этом отношении оказался 2017 г.: оба фунгицида обеспечили статистически достоверную прибавку урожайности. Применение фунгицидов позволило сохранить 10,6-16,9 ц/га урожая озимой пшеницы по отношению к контрольному варианту.

В среднем за три года прибавка составила при применении фунгицида Прозаро, 1,0 л/га 10,3 ц/га или 16,6%, Скайвэй Хрго, 1,0 л/га – 12,3 ц/га (19,8%) и 1,25 л/га – 14,0 ц/га (22,5%).

Выводы

1. Применение фунгицидов с действующими веществами протиоконазол и тебуконазол является эффективным методом борьбы с фузариозом колоса и зерна, биологическая эффективность развития фузариоза колоса колебалась в

зависимости от года исследований от 36,4 до 89,8%, фузариоза зерна – 51,8-57,4%.

2. Сохраненный урожай при применении препарата Скайвэй Хрго с обеими нормами расхода в среднем за три года превысил данный показатель у эталонного препарата Прозаро и составил 12,3-14,0 ц/га или +19,8-22,5% к контрольному варианту.

Литература

1. Аблова, И.Б. Принципы и методы создания сортов пшеницы устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса) и их роль в становлении агроэкосистем : автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : 06.01.05 / И.Б. Аблова. – Краснодар, 2008. – 49 с.

2. Гончаров, А. Коварный фузариоз колоса / А. Гончаров // Зерно [Электронный ресурс]. – 2016. – №5. – Режим доступа : www.zerno-ua.com/journals/2016/may-2016-god/kovarnyy-fusarios-kolosa. – Дата доступа 23.02.2018.

3. Гришечкина, Л. Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков / Л. Гришечкина, Г. Волкова, В. Долженко // Зерновое хозяйство России [Электронный ресурс]. – 2012. – №4. – Режим доступа : [zhros.ru/num22\(4\)_2012/st15_02_2012-20_Grishechkina.html](http://zhros.ru/num22(4)_2012/st15_02_2012-20_Grishechkina.html). – Дата доступа 22.02.2018.

4. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т.И. Ишкова [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. ин-т защ. растений ; под ред. В.А. Павлюшина. – Санкт-Петербург, 2002. – 76 с.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений ; под ред. С.Ф. Буга. – Минск, 2007. – 508 с.

6. Портал фирмы «Bayer» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.cropscience.bayer.ru/fusarium>. – Дата доступа : 22.02.2018.

7. Шашко, Ю.К. Методические аспекты оценки устойчивости пшеницы к фузариозу колоса в селекционном процессе / Ю.К. Шашко [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2016. – №5. – С. 21-24.

8. Шашко, М.Н. Патогенный комплекс грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах в условиях Белоруссии / М.Н. Шашко, Г.В. Будевич, Ю.К. Шашко // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям, посв. 300-летию Санкт-Петербурга. – С-Пб, 2002. – С. 128-129.

9. Amarasinghe, C. Evaluation of different fungicides for control of fusarium head blight in wheat inoculated with 3ADON and 15ADON chemotypes of *Fusarium graminearum* in Canada / C. Amarasinghe [et al.] // Canadian Journal Plant Pathology [Electronic resource]. – 2013. – №35. – P. 200-208. – Mode of access : <http://dx.doi.org/10.1080/07060661.2013.773942>. – Date of access : 22.02.2018.

10. Dardis, J.V. Control of *Fusarium* head blight in wheat under Irish growing conditions: current situation and future prospect / J.V. Dardis, E.J. Walsh // Biology and Environment / Proceedings of the Royal Irish Academy. – 2002. – Vol.102B. – №2. – P.93-103.

11. De Ackermann, M.D. Research of Fusarium Head Blight of Wheat in Uruguay / M.D. de Ackermann, M.M. Kohli // Fusarium head Scab: Global status and future prospects. Proceedings of a workshop held at CYMMIT. – Mexico, 1996. – P. 13-18.

12. Hollingsworth, C. Assessing Fungicide Efficacies for the Management of Fusarium Head Blight on Spring Wheat and Barley / C. Hollingsworth, C. Motteberg, G. Thompson // Plant Management Network [Electronic resource]. – 2006. – Mode of access : <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2006/fusarium>. – Date of access : 22.02.2018.

13. Managing Fusarium Head Blight (Scab) of Wheat // [Electronic resource]. – Mode of access : <http://bulletin.ipm.illinois.edu/article.php?id=1467>. – Date of access : 22.02.2018.

**EFFICIENCY OF FUNGICIDE SKYWAY XPRO EC AGAINST WINTER
WHEAT FUSARIUM HEAD BLIGHT AND FUSARIUM GRAIN BLIGHT**
M.N. Shashko, Yu.K. Shashko

Research results of biological and economic efficiency of Skyway Xpro EC against Fusarium head blight and Fusarium grain blight of winter wheat are presented in the article. It was established that the use of Skyway Xpro EC (1.25 l/ha) saved 1.4 t/ha of the yield (+22.5% as compared to the control) on average for three years, while the use of standard product Prosaro EC (1.0 l/ha) saved 1.03 t/ha (+16.6%). Rate reduction to 1.0 l/ha did not lead to a significant decrease of economic efficiency level.

УДК 633.11«324»:631.1(003.13)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ**

Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук, И.В. Сацюк, А.П. Гвоздов,

кандидаты с.-х. наук,

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 19.12.2017)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности различных технологий возделывания озимой пшеницы. Установлено, что если при выращивании этой культуры для производства фуражного зерна наиболее приемлемой является обычная технология, то для продовольственного – интенсивная. При использовании на посевах озимой пшеницы азота в дозе N_{70+50} более высокий чистый доход был получен по вспашке, а N_{70+70} – по чизелеванию.

Введение. В настоящее время Республика Беларусь практически вышла на самообеспечение продовольственной пшеницей, за исключением зерна твердой пшеницы. Увеличение валовых сборов произошло как за счет расширения посевных площадей до 530 тыс. га, так и в результате повышения урожайности новых сортов. В настоящее время большинство из них интенсивного типа, т.е. хорошо отзываются на повышение уровня интенсификации технологии возделывания. Повышение урожайности за счет дополнительного внесения минеральных удобрений и средств защиты растений влечет за собой существенное увеличение производственных затрат и, как следствие этого, снижение экономической эффективности возделывания озимой пшеницы. Поэтому главной целью должно являться не увеличение урожайности, а повышение рентабельности производства.

Одним из основных вопросов в решении проблемы ресурсосбережения в земледелии является совершенствование обработки почвы. На проведение этой технологической операции затрачивается около 40% энергетических и 25%