

прямого посева и безотвальной (минимальной) обработки почвы увеличило по сравнению с отвальной традиционной обработкой чистый доход при возделывании ячменя на 20,6 %, яровой пшеницы – 17,3, кукурузы – на 39,2 %.

Литература

1. Гвоздов, А.П. Элементы энергосберегающей основной и предпосевной обработки почвы под яровые культуры / А.П. Гвоздов, Н.Е. Мурашко, Д.Г. Симченков // Земляробства і ахова раслін. - № 2, 2006. - С. 11–12.
2. Кадыров, М.А. Ячмень: как, где, когда и всегда с прибылью / М.А. Кадыров, В.Г. Сенченко, А.М. Кадыров, Ф.Н. Батуро // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси; под ред. М.А. Кадырова. – Минск: УП «ИВЦ Минфина» 2005. – С. 80–91.
3. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – № 5. – 2006. – С. 12–14.
5. Маковски, Н. Совершенствование обработки почвы – актуальный вопрос земледелия / Н. Маковски, А.В. Клочков, О.С. Клочкова // Белорусское сельское хозяйство. – № 11 (55). – 2006. – С. 66–68.
6. Ресурсосберегающие системы обработки почвы / под ред. акад. ВАСХНИЛ Макарова И.П. – М.: Агропромиздат, 1990. – 242 с.
7. Экономика предприятий и отраслей АПК: Учебник / под ред. П.П. Лециловского, Л.Ф. Догиля, В.С. Тонковича. – Минск: БГЭУ, 2001. – 575 с.
8. Экономика предприятий: учеб. пособие / В.П. Волков, А.И. Ильин, В.И. Станкевич [и др.]; под общ. ред. А.И. Ильина. – 2-е изд., испр. – М.: Новое знание, 2004. – 672 с.

УДК 633.1:632.4:632.952

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ

С.Ф. Буга, доктор с.-х. наук, А.Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, Н.А. Склименок, научный сотрудник,
Е.И. Жук, кандидат с.-х. наук, А.А. Радына, старший научный сотрудник, Н.Г. Поплавская, младший
научный сотрудник, В.Г. Лешкевич, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 23.02.2015 г.)

В статье представлен анализ многолетних данных по биологической, хозяйственной и экономической эффективности широкого ассортимента современных фунгицидов в защите зерновых культур от доминирующих болезней, показана дифференциация эффективности в зависимости не только от возбудителя, но и от культуры, на которой он развивается. Обоснована стратегия выбора фунгицида.

Введение

Защита зерновых культур от болезней на современном этапе развития производства является составной частью технологий их возделывания. Химический метод, как наиболее оперативный и эффективный в подавлении развития вредных организмов, по-прежнему занимает ведущие позиции. В мире постоянно происходит обновление ассортимента пестицидов, создаются новые высокоэффективные химические соединения, более безопасные для человека и окружающей среды. Наряду с этим, появляются новые возбудители, ранее не представлявшие экономического значения, например, ржавчинные болезни, отмечается рост и распространение резистентных популяций грибов-возбудителей болезней.

Для защиты зерновых культур от болезней в республике зарегистрировано 65 препаратов системного и один контактного (Браво, СК) действия (Государственный реестр ..., 2014 г.). В последние годы (2008–2012 гг.) объемы применения фунгицидов в республике достигли 19,2 % (Сорока С.В., Якимович Е.А., 2014). В перспективе ожидается рост этого показателя, так как фунгициды являются важным резервом повышения урожайности зерновых культур. Широкое распространение комплекса возбудителей болезней, встречающихся в посевах зерновых культур с одной стороны, опасность возникновения резистентности у возбудителей к препаратам с одинаковым механизмом действия в условиях многократного и многолетнего их применения, с другой, обусловили необходимость создания многокомпонентных фунгицидов, включающих действующие вещества из различных классов и отличающихся механизмом действия. В представленной работе приведены данные эффективности не только отдельных фунгицидов, но и групп препаратов, в

The analysis of many years data on biological, farming and economic efficiency of a wide modern fungicides assortment in grain crops protection against the dominant diseases is presented in the article, the efficiency differentiation not only against the agent but the crop on which it develops is shown. A strategy of fungicide selection is substantiated.

зависимости от количества действующих веществ, входящих в их состав. Интересно отметить, что, например, на основе действующего вещества пропиконазол зарегистрировано 18 препаратов, из них 12 – в композиции с другими действующими веществами, тебуконазол – 19, из них 14 – в композиции, эпоксиконазол – 13 препаратов и все в композиции с другими действующими веществами, ципроконазол – 12 препаратов – все в композиции, флутриафол – 8 препаратов, из них 5 – однокомпонентных. К относительно новым действующим веществам, которые находились в изучении последние годы, можно отнести протиоконазол, биксафен, проквиназид, флуксапироксад и др. В анализ были включены фунгициды, широко используемые в производстве, а также новые, такие как Адексар, КЭ, Солигор, КЭ, Капало, СЭ, Консул, КС. Из группы стробилуринов для применения на зерновых зарегистрировано 9 препаратов в композиции с другими действующими веществами.

Защита зерновых культур от болезней с помощью фунгицидных обработок в период вегетации рассчитана, главным образом, на ограничение развития таких широко распространенных и вредоносных болезней, как мучнистая роса (озимая и яровая пшеница, озимое тритикале, яровая ячмень), септориоз листьев и колоса (озимая и яровая пшеница, озимое тритикале), ринхоспориоз (яровая ячмень, озимое тритикале), сетчатая пятнистость и другие гельминтоспориозы (яровой ячмень), красно-бурая пятнистость (овес), фузариоз листьев и колоса (поражаются все зерновые, но интенсивнее – озимые). В последние годы отмечается рост распространенности и степени поражения зерновых возбудителями ржавчины – бурой, корончатой, желтой. Обычно в посевах наблюдается развитие нескольких болезней и лишь по истечении

времени, в силу определенных гидротермических условий, поражаемости культуры, сорта или других факторов, может доминировать одна.

Место и методика проведения исследований

Для достоверного сравнения многолетних данных по биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов нами были соблюдены несколько требований: все препараты применяли однократно при пороге вредоносности или целесообразности 1,0–5,0 % развития одной или комплекса болезней (Буга С.Ф., 2002, 2014). Биологическую эффективность фунгицидов рассчитывали на основании обобщенного показателя – площади под кривой развития болезни, выраженной в условных единицах (Бабаянц Л.Т., Мештерхази А., Вехтер Ф.и др., 1988). Этот показатель наиболее полно отражает характер развития болезни в течение вегетации культуры.

Анализировали биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность как оригинальных препаратов, так и дженериков, всего 24 фунгицида с одно-, двух- и трехкомпонентными действующими веществами из группы азолов, карбоксамидов и стробилуринов (таблица 1).

В статье приведены обобщенные данные исследований за 2007–2013 гг., полученные в лаборатории фитопатологии. Исследования проводили в посевах районированных сортов озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале, ярового ячменя и овса. Каждый фунгицид находился на изучении от 2-х до 4-х лет. Для выяснения влияния препарата на развитие болезни фунгициды были объединены в группы в зависимости от количества действующих веществ, входящих в их состав. В работе про-

анализированы результаты исследований 362 опытов на зерновых культурах.

Результаты исследований и их обсуждение

Обобщение результатов оценки фунгицидов в разрезе групп в зависимости от количества входящих в препарат действующих веществ представляет как практический, так и теоретический интерес для выяснения их влияния на развитие болезни, величину сохраненного урожая, окупаемость затрат, перспективы развития спроса на многокомпонентные препараты в связи с ценовыми показателями, а также преимуществ по биологической и экономической эффективности.

В таблице 2 приведены усредненные многолетние данные по урожайности озимых и яровых зерновых культур, поэтому наблюдаются существенные колебания этого показателя. Вместе с тем, интересно отметить, что средняя урожайность зерновых культур без фунгицидной защиты сравнительно одинаковая. В то же время, наблюдается тенденция роста сохраненного урожая от 5,9 при обработке однокомпонентными препаратами до 9,0 ц/га при применении двухкомпонентных с комбинацией действующих веществ из азолов и стробилуринов. Между двухкомпонентными и трехкомпонентными препаратами из азолов существенной разницы нет. Известно, что современные фунгициды, особенно стробилурины, могут оказывать стимулирующее действие на физиологические процессы, протекающие в растении, продлевая на несколько дней период их вегетации. Мониторинг развития болезней в посевах зерновых культур показал, что по частоте встречаемости, динамике развития доминируют

Таблица 1 – Группировка фунгицидов по количеству действующих веществ, входящих в их состав

Группа фунгицидов	Препараты	Действующие вещества
Однокомпонентные (азол)	Абаронца, СК	флутриафол, 250 г/л
	Гритоль, КЭ	пропиконазол, 250 г/л
	Импакт, КС	флутриафол, 250 г/л
	Колосаль, КЭ	тебуконазол, 250 г/л
	Максони, ВЭ	тебуконазол, 250 г/л
	Призма 250 КЭ	пропиконазол, 250 г/л
	Титаниум 250 ВЭ	тебуконазол, 250 г/л
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Адексар, КЭ*	эпоксиконазол, 65,2 г/л + флуksапироксад, 65,2 г/л
	Алиот, КЭ	пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л
	Альто Супер, КЭ	пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л
	Бампер Супер, КЭ	пропиконазол, 250 г/л + прохлораз, 400 г/л
	Замир, ВЭ	прохлораз, 267 г/л + тебуконазол, 133 г/л
	Зантара, КЭ*	биксафен, 50 г/л + тебуконазол, 166 г/л
	Колосаль Про, КМЭ	пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л
	Прозаро, КЭ	протиокконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л
	Рекс Дуо, КС	эпоксиконазол, 187 г/л + тифанат-метил, 310 г/л
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ	фенпропидин, 150 г/л + прохлораз, 200 г/л + тебуконазол, 100 г/л
	Капало, СЭ	эпоксиконазол, 62,5 г/л + фенпропиморф, 200 г/л + метрофенон, 75 г/л
	Солигор, КЭ	протиокконазол, 53 г/л + тебуконазол, 148 г/л + спирокарсамин, 224 г/л
	Фалькон, КЭ	тебуконазол, 167 г/л + триадибензол, 43 г/л + спирокарсамин, 250 г/л
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ	пираклостробин, 62,5 г/л + эпоксиконазол, 62,5 г/л
	Аканто Плюс, КС	пикоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л
	Амистар Экстра, СК	азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л
	Консул, КС	флутриафол, 125 г/л + азоксистробин, 125 г/л

Примечание – *д.в. флуksапироксад и биксафен из группы карбоксамидов.

возбудители, вызывающие пятнистости. Поэтому основное внимание в работе уделено анализу эффективности фунгицидов в отношении данных болезней. Более того, эффективность фунгицидов в подавлении развития мучнистой росы на различных культурах оказалась близкой по значению, поэтому мы объединили эти показатели, тогда как в отношении возбудителей, вызывающих пятнистости, в силу их большей вредоносности, дифференцированного поражения и различной эффективности фунгицидов, это было нецелесообразно (таблица 3).

Как следует из представленных в таблице 3 данных, эффективность однокомпонентных и двухкомпонентных фунгицидов оказалась сравнительно близкой по средним показателям (67,6 и 68,1 %). Одинаковую эффективность (75,9 и 77,5 %) обеспечили трехкомпонентные азолы и двухкомпонентные препараты, включающие азол и стробилурин. Амплитуды колебаний показателей эффективности фунгицидов также близки, особенно для последних групп сравнения. В целом, биологическая эффективность оцениваемых фунгицидов довольно высокая. Лишь в группе двухкомпонентных азолов отмечена минимальная эффективность – 43,2 % при использовании пониженной нормы расхода (0,7 л/га) препарата Адексар, КЭ. Известно, что норма расхода препарата часто является решающим фактором, определяющим его эффективность. Например, фунгицид Капало, СЭ в норме расхода 1,0 л/га обеспечил эффективность 62,3 %, при развитии болезни 21,7 %, тогда как в норме 1,5 л/га – 85,8 % в условиях развития эпифитотии мучнистой росы – 56,7 % (посевы озимого тритикале). Показатели биологической эффективности фунгицида нередко различаются из-за особенностей динамики развития болезней. Так, при сравнительно одинаковом уровне развития мучнистой росы в посевах ярового ячменя (23,5 %) и озимой пшеницы

(21,7 %), биологическая эффективность фунгицида Капало, СЭ (1,0-1,5 л/га) составляла 80,3–81,9 и 62,3–65,5 %, соответственно. Болезнь в посевах некоторых сортов развивается интенсивно, начиная с фазы всходов, но затем, к концу стеблевания, патологический процесс может затухать, а в посевах других сортов прогрессировать до конца вегетации.

В посевах озимой пшеницы во все годы исследований на листьях доминировал септориоз. Биологическая эффективность фунгицидов в снижении развития болезни представлена в таблице 4.

Как следует из представленных данных, средние и максимальные значения показателя биологической эффективности фунгицидов против септориоза значительно ниже аналогичных показателей против мучнистой росы. Среди однокомпонентных фунгицидов максимальная биологическая эффективность отмечена при применении фунгицида Максони, ВЭ (1,0 л/га) – 63,1 %, двухкомпонентных – Прозаро, КЭ (0,8 л/га) – 71,5 %, трехкомпонентных – Фалькон, КЭ (0,6 л/га) – 61,4 %, двухкомпонентных (азол + стробилурин) – Абакус, СЭ (1,75 л/га) – 68,0 %. Следует отметить, что однокомпонентные фунгициды изучались в условиях от депрессивного до умеренного развития болезни (14,7–32,4 %), остальные – от депрессивного до эпифитотийного (12,6–60,7 %).

Как известно, целью фунгицидных обработок является не только предотвращение вредоносного действия возбудителей болезней на урожай, но и увеличение получаемого дохода. В связи с этим в защите растений от болезней особое значение имеют сроки применения фунгицида, поскольку он используется для ограничения возможного роста развития болезни, так как даже высокоэффективный препарат не всегда может затормозить этот процесс. Общепринято, что наиболее целесообразно применять

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность групп фунгицидов в защите зерновых культур от комплекса болезней (2007–2013 гг.)

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Урожайность, ц/га		Сохраненный урожай, ц/га	
		средняя	мин. – макс.	в среднем	мин. – макс.
Однокомпонентные (азол)	Импакт, КС; Абаронца, СК; Призма 250, КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ; Гритоль, КЭ	42,8	35,8–48,2	5,9	4,3–12,2
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ; Бампер Супер, КЭ	47,1	34,2–54,7	6,9	4,2–10,5
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ; Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ	43,6	27,9–57,6	7,1	2,7–12,0
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар экстра, СК; Консул, КС; Аканто плюс, КС	44,4	35,6–58,6	9,0	4,8–11,0

Таблица 3 – Биологическая эффективность групп фунгицидов в защите зерновых культур (озимая и яровая пшеница, озимое тритикале, яровой ячмень) от мучнистой росы

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Биологическая эффективность, %		Развитие болезни, %
		в среднем	мин. – макс.	
Однокомпонентные (азол)	Импакт, КС; Абаронца, СК; Призма 250 КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ	67,6	60,6–76,4	14,6–23,5
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто Супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ; Бампер Супер, КЭ	68,1	43,2–87,5	11,0–56,7
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ; Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ	75,9	62,3–85,8	11,9–56,9
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар Экстра, СК; Консул, КС; Аканто Плюс, КС	77,5	56,6–83,7	11,4–26,0

фунгициды заблаговременно. Однако это положение в настоящее время не имеет практической реализации в защите растений в связи с возникновением экономических вопросов. Несоответствие стоимости защищенной продукции и затрат на обработку нередко вносит существенные коррективы не в пользу такого подхода. Необходимо определить параметры развития болезни, при которых фунгицид сможет обеспечить не только высокую биологическую эффективность, но также и рентабельность его применения. Нашими исследованиями установлено, что эти показатели в значительной степени зависят от исходного уровня развития болезни в период обработки. Такой величиной является 1,0–5,0 % развития одной или комплекса болезней. При такой степени поражения посева (растений), если создадутся благоприятные условия для ее дальнейшего нарастания, может сформироваться эпифитотия или умеренное развитие болезни. С другой стороны, этот уровень болезни представляет такую плотность популяции патогена и скорость ее роста, которую фунгицид может затормозить с оптимальной эффективностью. Эта величина обоснована нами как критерий целесообразности применения фунгицидов. Еще этот показатель мы называем биологическим порогом вредоносности. Экономический порог вредоносности в защите от болезней не приемлем в силу его величины, которая, как правило, в 2–3 раза выше биологического, в результате биологическая и экономическая эффективность фунгицида оказывается недопустимо низкой.

Чтобы оценить экономическую эффективность фунгицидов, нами были выбраны из каждой группы препараты,

обеспечившие максимальный и минимальный сохраненный урожай. Окупаемость затрат на проведение фунгицидной обработки и доработку сохраненного урожая, в зависимости от назначения выращиваемой продукции, выражена через зерновой эквивалент. Это позволяет провести сравнение, какой должна быть величина сохраненного урожая, необходимая для окупаемости затрат. Оценка эффективности фунгицидов, как следует из данных таблицы 5, проводилась в условиях умеренного и эпифитотийного развития септориоза в посевах озимой пшеницы. Биологическая эффективность фунгицидов, обеспечивших максимальный сохраненный урожай, в целом была несколько выше, чем в вариантах с минимальным. Однако четкой зависимости между развитием болезни, биологической эффективностью и величиной сохраненного урожая не прослеживается. Затраты на защиту озимой пшеницы от болезней при полученном сохраненном урожае семян 1-й репродукции или предназначенном на продовольственные цели окупаются при применении всех анализируемых фунгицидов (кроме варианта с использованием фунгицида Консул, КС). При производстве продукции на фураж затраты окупаются только при применении однокомпонентного фунгицида Колосаль, КЭ и двухкомпонентного Аканто Плюс, КС. Поэтому при выборе препарата для защиты культуры от болезней следует иметь это в виду.

В защите яровой пшеницы от септориоза биологическая эффективность фунгицидов оказалась выше, чем озимой, за исключением группы однокомпонентных препаратов (таблица 6). Примечательно, что средние

Таблица 4 – Эффективность групп фунгицидов в защите листового аппарата озимой пшеницы от септориоза (сорта Капылянка, Сюита)

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Биологическая эффективность, %		Развитие болезни, %
		в среднем	мин. – макс.	
Однокомпонентные (азол)	Импакт, КС; Абаронца, СК; Призма 250 КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ	55,9	49,4–63,1	14,7–32,4
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ	59,7	41,3–71,5	12,6–60,7
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ, Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ	55,2	50,1–61,4	18,1–53,1
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар экстрa, СК; Консул, КС; Аканто плюс, КС	57,1	38,2–68,0	14,3–53,5

Таблица 5 – Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность фунгицидов в защите озимой пшеницы от септориоза

Препарат (представители групп)	Норма расхода, л/га	Развитие болезни, % *	Биологическая эффек- тивность, %	Сохраненный урожай, ц/га	Окупаемость затрат в зерновом эквиваленте в зависимости от назначения продукции (ц/га) при 1\$ = 14300 руб.		
					РС-1	прод.	фураж
Максимальный сохраненный урожай							
Колосаль, КЭ	1,0	52,5	58,7	8,4	2,3	4,1	6,9
Адексар, КЭ	1,0	30,3	64,0	9,0	4,8	8,3	14,0
Замир Топ, КЭ	1,0	38,6	58,4	8,3	3,2	5,6	9,4
Аканто плюс, КС	0,6	36,0	63,0	13,0	3,9	6,8	11,5
Минимальный сохраненный урожай							
Импакт, КС	0,5	31,3	42,2	3,0	0,9	2,1	3,6
Альто супер, КЭ	0,4	61,1	58,9	2,6	1,2	2,6	4,4
Фалькон, КЭ	0,6	30,3	66,9	3,7	1,4	3,2	5,4
Консул, КС	0,7	32,4	43,2	3,2	1,7	3,9	6,6

Примечание – *Без применения фунгицида.

показатели биологической эффективности фунгицидов азоловых групп, в том числе двух- и трехкомпонентных, оказались близкими – 76,3 и 71,3 %, соответственно, тогда как двухкомпонентных, включающих действующие вещества из азоловой и стробилуриновой групп, значительно выше – 94,0 %. Биологическая эффективность (92,0–97,0 %) последней группы фунгицидов получена на фоне умеренного развития септориоза (34,0–38,5 %), других – от депрессивного (10,8 %) до эпифитотийного (53,9 %). Среди однокомпонентных фунгицидов максимальная эффективность (74,3 %) отмечена при применении фунгицида Максони, ВЭ (1,0 л/га), двухкомпонентных (89,0 %) – Зантара, КЭ (1,0 л/га), трехкомпонентных (96,1 %) – Капало, СЭ (1,5 л/га). Двухкомпонентный состав, содержащий стробилурин + азол, обеспечил очень высокую эффективность в ингибировании развития септориоза в посевах яровой пшеницы: от 92,0 % – Амистар экстра, СК (0,75 л/га) до 97,0 % – Абакус, СЭ (1,75 л/га). Хозяйственная эффективность фунгицидов в посевах яровой пшеницы, как правило, значительно выше, чем озимой.

Как следует из данных таблицы 7, максимальный сохраненный урожай от применения фунгицидов в посевах яровой пшеницы составил от 10,0 (Колосаль, КЭ – 1,0 л/га) до 22,2 ц/га (Капало, СЭ – 1,5 л/га), в среднем – 14,5 ц/га, минимальный – от 4,7 (Импакт, КС – 0,5 л/га) до 7,8 ц/га (Зантара, КЭ – 0,8 л/га), в среднем – 6,4 ц/га, на озимой пшенице, в среднем, 9,7 и 3,1 ц/га, соответственно. Затраты на защиту яровой пшеницы от септориоза при производстве продукции на семена 1-й репродукции и продовольственные цели полностью окупались, а вот на фураж – только в группе с максимальным сохраненным

урожаем, тогда как в других вариантах – выборочно. Таким образом, сравнение биологической, хозяйственной и экономической эффективности применения фунгицидов против септориоза листового аппарата в посевах озимой и яровой пшеницы свидетельствует о различной реакции культур и болезни на этот прием.

В посевах озимого тритикале эффективность анализируемых групп фунгицидов в борьбе с ринхоспориозом и септориозом была выше, чем при использовании их для защиты озимой пшеницы (таблица 8). Отмечаются более высокие показатели, но амплитуда их колебаний остается широкой.

Пониженный уровень развития ринхоспориозно-септориозного комплекса в посевах озимого тритикале, на котором оценивали эффективность фунгицидов, объясняется изначально более активным развитием мучнистой росы на начальных этапах онтогенеза культуры. В целом же, можно констатировать сравнительно низкое ингибирующее действие однокомпонентных фунгицидов относительно возбудителей, вызывающих пятнистости листьев – 49,5 %, против 65,4–70,1 % при использовании двух- и трехкомпонентных препаратов. Максимальную биологическую эффективность (65,8 %) обеспечил однокомпонентный фунгицид Призма 250 КЭ, среди двухкомпонентных азольных препаратов (87,2 %) – Адексар, КЭ в норме расхода препарата 1,0 л/га, среди трехкомпонентных – Замир Топ, КЭ в норме 1,0 л/га на фоне эпифитотии болезней (развитие 56,7 %) – 77,0 %. Двухкомпонентные фунгициды, содержащие действующие вещества из азолов и стробилуринов, по биологической эффективности, в среднем, незначительно отличались от трехкомпонентных азольных препаратов. Среди представителей групп

Таблица 6 – Эффективность групп фунгицидов в защите яровой пшеницы от септориоза (сорта Рассвет, Дарья)

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Биологическая эффективность, %		Развитие болезни, %
		в среднем	мин. – макс.	
Однокомпонентные (азол)	Импакт, КС; Абаронца, СК; Призма 250 КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ	53,2	31,4–74,3	23,5–53,9
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ	76,3	37,4–89,0	13,2–46,5
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ; Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ	71,3	60,9–96,1	10,8–31,3
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар экстра, СК; Аканто плюс, КС	94,0	92,0–97,0	34,0–38,5

Таблица 7 – Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность фунгицидов в защите яровой пшеницы от септориоза

Препарат (представители групп)	Норма расхода, л/га	Развитие болезни, % *	Биологическая эффективность, %	Сохраненный урожай, ц/га	Окупаемость затрат в зерновом эквиваленте в зависимости от назначения продукции (ц/га) при 1\$ = 14300 руб.		
					РС-1	прод.	фураж
Максимальный сохраненный урожай							
Колосаль,КЭ	1,0	29,8	63,4	10,0	2,5	4,4	7,4
Прозаро, КЭ	0,8	34,0	67,5	10,4	3,6	6,3	10,6
Капало, СЭ	1,5	10,8	96,1	22,2	5,9	10,3	17,5
Абакус, СЭ	1,75	7,8	86,2	14,0	5,2	9,0	15,3
Минимальный сохраненный урожай							
Импакт, КС	0,5	38,5	51,9	4,7	1,4	2,4	4,1
Зантара, КЭ	0,8	36,0	83,4	7,8	3,5	6,1	10,3
Адексар, КЭ	0,7	41,0	78,8	5,6	3,4	5,9	10,0
Аканто плюс, КС	0,6	34,0	93,4	7,6	3,4	5,8	9,9

Примечание – *Без применения фунгицида.

фунгицидов, обеспечивших максимальный и минимальный сохраненный урожай (таблица 9), препараты, содержащие действующие вещества из группы стробилуринов, имели более высокие и стабильные показатели не только благодаря высокой биологической эффективности, но также в силу их механизма действия, а именно, активного влияния на физиологические процессы, протекающие в растении. Расчеты экономической эффективности фунгицидов в защите озимого тритикале от болезней свидетельствуют о том, что в группе фунгицидов, обеспечивших максимальный сохраненный урожай, все затраты на защиту окупились, если продукция предназначалась для производства семян РС-1, если же на продовольственные цели – в каждой из групп имелись не окупаемые варианты (Зантара, КЭ; Фалькон, КЭ и Аканто плюс, КС).

В посевах ярового ячменя доминировала сетчатая и темно-бурая пятнистости, лишь в посевах некоторых сортов (Гонар, Батка) наблюдалось развитие мучнистой росы. Исследования по изучению эффективности фунгицидов на развитие пятнистостей проводили на фоне депрессивного и умеренного их проявления (развитие 12,8–40,7 %). Усредненные данные по биологической эффективности фунгицидов по группам свидетельствуют о сравнительно близких показателях (62,8 и 68,5 %) и лишь двухкомпонентные препараты, содержащие действующие вещества из азолов и стробилуринов, обеспечили 77,1 %. Препараты этой группы по амплитуде колебаний биологической эффективности также показали стабильный и высокий эффект – 60,4–92,7 % (таблица 10).

Таблица 8 – Эффективность групп фунгицидов в защите озимого тритикале от ринхоспориоза и септориоза (сорта Вольтарио, Витон)

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Биологическая эффективность, %		Развитие болезней, %
		в среднем	мин. – макс.	
Однокомпонентные (азол)	Импакт, КС; Абаронца, СК; Призма 250 КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ	49,5	30,0–65,8	8,0–14,5
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ	70,1	41,4–87,2	9,0–14,0
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ; Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ	67,5	35,9–96,2	5,9–56,7
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар экстра, СК; Аканто плюс, КС	65,4	53,4–75,4	5,4–19,3

Таблица 9 – Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность фунгицидов в защите озимого тритикале от болезней

Препарат (представители групп)	Норма расхо- да, л/га	Развитие болезни, % *	Биологическая эффективность, %	Сохранен- ный урожай, ц/га	Окупаемость затрат в зерновом эквиваленте в зависимости от назначения продукции (ц/га) при 1\$ = 14300 руб.	
					РС-1	прод.
Максимальный сохраненный урожай						
Колосаль, КЭ	1,0	14,6	70,8	11,9	3,5	7,8
Зантара, КЭ	1,0	19,3	79,1	11,9	5,8	12,9
Солигор, КЭ	0,8	22,5	75,2	9,1	4,0	8,8
Амистар Экстра, СК	0,75	25,2	72,1	11,1	4,7	10,5
Минимальный сохраненный урожай						
Гритоль, КЭ	0,5	13,6	61,2	3,6	1,3	3,0
Колосаль Про, КМЭ	0,3	14,5	51,7	4,5	1,8	3,9
Фалькон, КЭ	0,6	6,2	64,1	2,9	2,3	5,1
Аканто плюс, КС	0,6	19,1	72,3	6,6	4,2	9,4

Примечание – *Без применения фунгицида.

Таблица 10 – Эффективность фунгицидов по группам в защите ярового ячменя от пятнистостей

Вариант (группы фунгицидов)	Препараты	Биологическая эффективность, %		Развитие болезней, %
		в среднем	мин. – макс.	
Однокомпонентные (азол)	Импакт, СК; Абаронца, СК; Призма 250 КЭ; Колосаль, КЭ; Максони, ВЭ; Титаниум 250 ВЭ	64,3	36,2–83,1	23,5–40,3
Двухкомпонентные (азол + азол и азол + карбоксамид)	Альто супер, КЭ; Алиот, КЭ; Прозаро, КЭ; Замир, ВЭ; Зантара, КЭ; Адексар, КЭ; Рекс Дуо, КС; Колосаль Про, КМЭ	68,5	23,8–97,9	12,8–40,7
Трехкомпонентные (азолы)	Замир Топ, КЭ; Капало, СЭ; Фалькон, КЭ; Солигор, КЭ; Консул, КС	62,8	45,9–78,5	14,9–27,5
Двухкомпонентные (азол + стробилурин)	Абакус, СЭ; Амистар экстра, СК; Аканто плюс, КС	77,1	60,4–92,7	23,7–39,9

Максимальная эффективность фунгицидов представленных групп в ингибировании развития болезни оказалась довольно высокой. Среди однокомпонентных фунгицидов максимальную эффективность (83,1 %) обеспечил Колосаль, КЭ при норме расхода 1,0 л/га, двухкомпонентных – Адексар, КЭ при норме 1,0 л/га (97,9 %), трехкомпонентных – Замир Топ, КЭ при норме 1,0 л/га (78,5 %), среди двухкомпонентных, содержащих азол и стробилуриин, – Амистар экстра, СК при норме расхода 0,75 л/га (92,7 %). Экономические расчеты показали, что при производстве продукции ячменя на семена (РС-1) затраты на защиту окупаются, чего нельзя сказать при использовании на продовольственные и фуражные цели. Это обусловлено, прежде всего, ценой фунгицида и самой продукции (таблица 11).

В защите овса от возбудителей болезней, поражающих листовую аппарат, ассортимент фунгицидов более ограничен. Среди болезней культуры наиболее высока частота встречаемости красно-бурой пятнистости и корончатой ржавчины. В последние годы эти две болезни, как правило, развиваются совместно. Сначала появляется красно-бурая пятнистость, а затем корончатая ржавчина. Поэтому величина порога вредоносности не всегда объединяет две болезни, тем не менее, биологическая эффективность фунгицидов в подавлении развития корончатой ржавчины высокая – 76,3–83,1 %. Среди однокомпонентных фунгицидов наиболее эффективен в ингибировании развития красно-бурой пятнистости препарат Абаронца, СК в норме расхода 0,5 л/га (75,2 %) на фоне развития болезни в пределах 8,0–25,4 % (в среднем биологическая эффективность составила 67,6 %), против корончатой ржавчины при развитии болезни 19,2 % – 78,%; среди двухкомпонентных азольных препаратов – Колосаль Про, КМЭ (0,4 л/га) – 72,1 %, против корончатой ржавчины при развитии 25,0 % – 76,3%; двухкомпонентных с включением стробилуринового действующего вещества – Аканто Плюс, КС (0,6 л/га) – 72,6 %, при развитии корончатой ржавчины 53,6–69,5 %. Между биологической эффективностью перечисленных фунгицидов и величиной сохраненного урожая нет четкой зависимости. Их применение позволило сохранить соответственно 10,2; 8,9 и 10,0 ц зерна с гектара. Исследования проводили в посевах овса при развитии комплекса болезней 33,2–62,8 %.

Закключение

Таким образом, доминирующими болезнями, которые вызывают существенные потери урожая в посевах зерновых культур, являются пятнистости. Мучнистая роса встречается в посевах всех зерновых культур, но ее от-

рицательное действие на урожай менее значимо. Анализ данных по влиянию фунгицидов на развитие болезней осуществлялся на фоне формируемой урожайности в пределах 42,8–47,1 ц/га. Отмечена тенденция роста сохраненного урожая от 5,9 до 7,1 ц/га при увеличении количества действующих веществ в составе препаратов с 1 до 3 и сохранение до 9,0 ц/га при использовании двухкомпонентных, включающих азол и стробилуриин. Биологическая эффективность фунгицидов в подавлении развития мучнистой росы сравнительно высокая и не зависит от растения-хозяина. Она повышается с 67,6–68,1 до 75,9–77,5 % при использовании трехкомпонентных азолов и двухкомпонентных препаратов, содержащих азол и стробилуриин. Влияние фунгицидов на развитие пятнистостей весьма дифференцировано и различается по культурам. Биологическая эффективность (средние данные) фунгицидов в защите озимой пшеницы от септориоза достигла 57,0 %, тогда как яровой – 73,7 %, озимого тритикале в ингибировании ринхоспориоза и септориоза – 63,1 %, ярового ячменя – против сетчатой и темно-бурой пятнистостей – 68,2 %. Следовательно, в посевах озимых культур биологическая эффективность фунгицидов ниже, чем яровых. Такая зависимость, на наш взгляд, может быть объяснена особенностями динамики развития болезней, поскольку в посевах озимых культур болезнь развивается с меньшей скоростью и более продолжительное время. При быстром нарастании степени поражения культуры болезнями биологическая эффективность фунгицида бывает всегда выше, чем при постепенном. В посевах озимой пшеницы не отмечено изменения биологической эффективности фунгицидов в защите от септориоза в зависимости от количества компонентов, составляющих препарат (55,2–59,7 %), тогда как в посевах яровой пшеницы она четко просматривается. С увеличением количества действующих веществ биологическая эффективность возрастает с 53,2 % (однокомпонентный препарат азол) до 94,0 % (двухкомпонентный азол + стробилуриин). В защите озимого тритикале от ринхоспориоза и септориоза однокомпонентные фунгициды показали более низкую эффективность (49,5 %), чем остальные (65,4–70,1 %), однако повышения эффективности в связи с ростом количества компонентов препарата не отмечено. В посевах ярового ячменя эффективность азольных препаратов против сетчатой и темно-бурой пятнистостей была сравнительно одинаковой (62,8–68,5 %), лишь фунгициды, содержащие азол и стробилуриин, показали более высокую эффективность (77,1 %). Следовательно, в защите озимой пшеницы, ярового ячменя и овса от болезней все группы фунгицидов обеспечили сравнительно равную эффектив-

Таблица 11 – Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность защиты ярового ячменя от болезней

Препарат (представители групп)	Норма расхода, л/га	Развитие болезни, % *	Биологическая эффектив- ность, %	Сохраненный урожай, ц/га	Окупаемость затрат в зерновом эквиваленте в зависимости от назначения продукции (ц/га) при 1\$ = 14300 руб.		
					РС-1	прод.	фураж
Максимальный сохраненный урожай							
Колосаль, КЭ	1,0	20,1	83,1	8,6	3,5	7,3	9,1
Адексар, КЭ	1,0	12,8	97,9	9,9	7,2	15,0	18,7
Замир Топ, КЭ	1,0	23,7	78,5	8,6	4,7	10,0	12,4
Амистар Экстра, СК	0,75	22,8	92,7	9,5	5,1	10,8	13,4
Минимальный сохраненный урожай							
Гритоль, КЭ	0,5	22,8	59,2	4,4	1,6	3,4	4,2
Альто супер, КЭ	0,4	22,1	60,2	4,1	2,4	5,1	6,3
Фалькон, КЭ	0,6	26,7	47,8	4,6	2,8	5,9	7,4
Аканто плюс, КС	0,6	39,9	71,9	7,6	4,9	10,4	12,9

Примечание – *Без применения фунгицида.

ность, в посевах яровой пшеницы и озимого тритикале – ниже при применении однокомпонентных. Между биологической эффективностью и величиной сохраненного урожая не всегда имеется положительная зависимость, поскольку снижение урожайности при поражении листового аппарата зависит не только от порога вредоносности, но также стадии, в которой он отмечается и динамики развития болезни, так как она вносит существенные коррективы в показатели вредоносности. К тому же, используемые в настоящее время фунгициды, особенно содержащие стробилурины, могут оказывать положительное влияние на физиологические процессы, протекающие в растении, и таким образом повышать отдачу от их применения. Экономическая эффективность защиты растений от болезней в период вегетации культуры зависит не только от стоимости произведенной продукции, но и цены фунгицида, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблицах. Не обязательно, что большая величина

сохраненного урожая гарантирует окупаемость затрат. Поэтому требуется взвешенный подход к выбору фунгицида в зависимости от целевого предназначения продукции защищаемой культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаянц, Л.Т. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л.Т. Бабаянц, А. Мештерхази, Ф. Вехтер. - Прага, 1988. – 321 с.
2. Буга, С.Ф. Биологическое обоснование тактики защиты зерновых культур от болезней / С.Ф. Буга // Ахова раслін. – 2002. – №3. – С. 17-20.
3. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С.Ф. Буга; Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 239 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. - Минск, «Промкомплекс», 2014. – 627 с.
5. Сорока, С.В. Применение средств защиты растений в Белоруссии / С.В. Сорока, Е.А. Якимович // Защита и карантин растений. – №4. – 2014. – С. 8-10.

УДК:632.954:633.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА ПОЧВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ КАЛЛИСТО В ПОСЕВАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

В.А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н.В. Степанова, Д.П. Чирик, кандидаты с.-х. наук,
С.В. Любимов, научный сотрудник
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 06.01.2015 г.)

Представлены результаты полевого опыта по эффективности гербицида почвенного действия каллисто, СК (д.в. мезотрион, 480 г/л) при норме расхода 0,15–0,30 л/га в посевах льна масличного. В условиях оптимальной влажности почвы препарат эффективен против однолетних двудольных сорняков. При недостатке влаги в слое почвы 0–5 см после сева льна эффективность каллисто по подавлению сорняков снижается, и возникает необходимость применения гербицидов послевсходового действия. Использование каллисто в посеве льна масличного в фазе «ёлочка» не эффективно.

Введение

Сорные растения занимают одно из первых мест среди факторов, наносящих ущерб урожаю льна. В Беларуси встречается свыше 300 видов сорняков, распространение которых носит зональный характер [1]. Засоренность льна может достигать 200–300 шт. на квадратном метре посевов [2]. Сегодня при возделывании льна агротехнические меры в борьбе с сорной растительностью недостаточны, поэтому химические вещества занимают ведущее место. В странах СНГ до настоящего времени гербициды в основном зарегистрированы только для применения в посевах льна-долгунца. Лен масличный по сравнению со льном-долгунцом обладает более низкой конкурентоспособностью к сорнякам вследствие медленного начального роста и развития. Ранее нашими исследованиями установлена высокая эффективность ряда гербицидов послевсходового действия и их баковых смесей при возделывании льна масличного, потери маслосемян от сорняков достигали 26–36 % [3, 4].

В США и европейских странах все больше внимания уделяют гербицидам почвенного действия, которые уничтожают проростки сорняков, раньше удаляют их из посевов, что способствует повышению урожайности культур. В 2010 г. в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» был включен гербицид почвенного действия каллисто, СК (480 г/л

The results of field experiments on the effectiveness of the herbicide soil action Callisto, SC (mesotrione, 480 g/l) in the norm of 0,15–0,30 l/ha in crops of oilseed flax. Under the conditions of optimum soil moisture drug is effective against annual dicotyledonous weeds. With a lack of moisture in the soil layer of 0–5 cm on the effectiveness of the Callisto weed control is reduced and there is a need for a post-emergent herbicide action. Application of Callisto in crops of oilseed flax in phase “herringbone” is not effective.

мезотриона) для подавления однолетних двудольных сорняков в посевах льна-долгунца с нормой расхода 0,2–0,3 л/га [5]. Мезотрион нелетуч, и вероятность вымывания его из пахотного слоя в грунтовые воды невысокая [6]. Интерес к препарату состоит в том, что уникальная формула была синтезирована на основе природного вещества, содержащегося в растениях *Callistemon citrinus*. В связи с этим нами проведены полевые опыты по изучению эффективности гербицида почвенного действия каллисто в посевах льна масличного.

Методика исследований

Исследования по изучению эффективности гербицида каллисто проводили в 2012–2014 гг. в соответствии с методическими указаниями [7] на опытном поле РУП «Институт льна». Среднесуглинистая дерново-подзолистая почва опытного участка имела следующие агротехнические характеристики: содержание гумуса – 1,70–1,85 %; подвижных фосфатов – 150–160, обменного калия – 160–180 мг/кг почвы, pH(KCl) солевой вытяжки – 5,3–5,6. Общая площадь делянок – 26 м², учетная – 15 м², повторность опыта – четырехкратная. Исследования проводили с использованием сорта льна масличного Илим (норма высева 6,0 млн. всхожих семян на гектар). Удобрения использовали общим фоном из расчета: N₆₀P₆₀K₉₀, Zn – 1, В – 0,5 кг/га д.в. Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем, норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.