



ISSN 1727-1320 (Print),  
ISSN 2308-6459 (Online)

**В Е С Т Н И К**  
**ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

---

**PLANT PROTECTION NEWS**

2020 ТОМ **103** ВЫПУСК **4**  
VOLUME ISSUE



## ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ И РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ЛИСТОВОГО АППАРАТА

Н.А. Крупенько\*, И.Н. Одинцова

Институт защиты растений, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь

\* ответственный за переписку, e-mail: [krupenko\\_natalya@mail.ru](mailto:krupenko_natalya@mail.ru)

В статье представлены данные эффективности 40 фунгицидов для защиты пшеницы мягкой озимой от болезней листового аппарата за период 2010–2019 гг. Расчет биологической эффективности проведен на основании площади под кривой развития болезни. Проанализирована биологическая и хозяйственная эффективность препаратов в зависимости от количества компонентов, а также химических классов действующих веществ, входящих в их состав. Наиболее высокая биологическая эффективность у однокомпонентных фунгицидов в защите от мучнистой росы отмечена при наличии в составе проквиназида, тебуконазола и метрафенона – 69.9–79.3%. Из 23 двухкомпонентных фунгицидов более высокая эффективность (82.1–84.3%) в защите от мучнистой росы отмечена у препаратов, содержащих азоловый компонент в сочетании с морфолином. Биологическая эффективность в отношении септориоза листьев в зависимости от состава препаратов варьировала в среднем от 64.7 до 88.0%. Среди трехкомпонентных фунгицидов эффективность защиты от мучнистой росы составляла 59.5–82.8%, септориоза – 59.8–89.9%. За счет снижения развития болезней сохраненный урожай в вариантах с применением фунгицидов достигал 9.9 ц/га зерна.

**Ключевые слова:** септориоз, мучнистая роса, биологическая эффективность, действующее вещество, химический класс, механизм действия

Поступила в редакцию: 30.07.2020

Принята к печати: 16.11.2020

### Введение

Пшеница мягкая озимая является одной из наиболее широко возделываемых зерновых культур в Беларуси, посевные площади которой составляют около 25% в структуре зернового клина. Насыщение севооборотов озимой пшеницей наряду с нарушением агротехники ее выращивания, возделыванием поражаемых сортов приводит к существенному ухудшению фитопатологической ситуации. Например, недостаточно глубокая заделка растительных остатков обуславливает сохранение жизнеспособности пикноспор возбудителя септориоза листьев (*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. & Crous.) (Жук, Буга, 2012). Это может способствовать более раннему поражению культуры или же усилить интенсивность проявления болезни.

Ежегодный мониторинг фитопатологической ситуации в посевах озимой пшеницы, проводимый сотрудниками лаборатории фитопатологии, свидетельствует о поражаемости культуры комплексом болезней. При этом на листовом аппарате преобладают септориоз и мучнистая роса (возбудитель *Blumeria graminis* (DC.) Speer) (Крупенько и др., 2017; Склименок, 2015; Жуковский и др., 2019).

Недобор урожая пшеницы вследствие поражения болезнями в среднем может составлять 15–20% (Figueroa et al., 2017). В отдельные годы потери могут быть существенно выше. Например, вредоносность септориоза на листовом аппарате озимой пшеницы составляет около 30% (АНДВ, 2012). По нашим данным, развитие болезни в посевах культуры обуславливает снижение массы 1000 зерен до 12.3% (Склименок, 2015).

Как известно, листовый аппарат играет ключевую роль в формировании урожайности зерновых культур: так, флаговый и подфлаговый листья обуславливают 43 и 23% соответственно (Poole, Amaudin, 2014). Поэтому основная задача для получения планируемой урожайности

заключается в недопущении интенсивного развития болезней. В современных условиях сельскохозяйственного производства с этой целью наиболее широко используется химический метод (Lopez et al., 2015; O'Driscoll et al., 2014; Wiik, Rosenqvist, 2010), эффективность которого в значительной степени зависит от правильного выбора фунгицида и сроков его применения.

Поэтому при выборе препарата для защиты озимой пшеницы от болезней необходимо учитывать видовой состав возбудителей болезней, которые присутствуют в посевах, а также фактическую фитопатологическую ситуацию в конкретном вегетационном сезоне, поскольку гидротермические условия оказывают существенное влияние на развитие болезней. Кроме того, развитие болезней может отличаться, иногда довольно существенно, даже в условиях одного хозяйства в зависимости от ряда факторов (сорт культуры, предшественник, почва и способ ее обработки и др.), поэтому перед применением фунгицидов важно проводить мониторинг фитопатологического состояния каждого конкретного поля.

Немаловажное значение при выборе тактики защиты культуры имеет также уровень планируемой урожайности. Так, при высоких значениях необходимо учитывать, что повышенные дозы удобрений, как правило, способствуют поражаемости культуры болезнями (например, мучнистой росой). В этом случае для поддержания оптимального фитопатологического состояния посевов необходимо планировать увеличение кратности (количества) обработок.

Одним из важных аспектов при выборе фунгицида является его биологическая эффективность в отношении целевых объектов, которая определяется действующими веществами, входящими в состав препарата.

В настоящее время для защиты озимой пшеницы от болезней наиболее широко применяются следующие классы действующих веществ: стробилурины (в англоязычной литературе – quinone outside inhibitors – QoIs или QoI-фунгициды), азолы (demethylation inhibitors – DMIs или DMI-фунгициды), карбоксамиды (succinate dehydrogenase inhibitors – SDHIs или SDHI-фунгициды) (Heick et al., 2007).

Помимо эффективного торможения развития болезней, немаловажное значение имеет стоимость фунгицида, поскольку затраты на его применение должны быть оправданными с экономической точки зрения (Буга, 2013; Буга и др., 2015; Стамо, Кузнецова, 2012).

В связи с вышесказанным, целью исследований являлся анализ биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов, зарегистрированных в Беларуси для защиты озимой пшеницы от болезней листового аппарата.

### Материалы и методы

Работа выполнена в лаборатории фитопатологии и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2010–2019 гг. (аг. Прилуки, Минский район). В исследования были включены 40 фунгицидов для защиты озимой

пшеницы от болезней, из них 7 однокомпонентных, 23 – двухкомпонентных, 10 – трехкомпонентных. Торговые названия препаратов, их состав и годы включения в исследование представлены в таблице 1.

Таблица 1. Фунгициды, включенные в исследования  
Table 1. Fungicides included in the study

Фунгицид (норма расхода, л/га)	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л	Годы включения в эксперименты
<b>однокомпонентные</b>		
Зим 500, КС (0.6)	карбендазим, 500	2018, 2019
Колосаль, КЭ (1.0)	тебуконазол, 250	2010, 2011, 2017, 2019
Кредо, СК (0.6)	карбендазим, 500	2017, 2018
Понезим, КС (0.6)	карбендазим, 500	2012–2014
Талиус, КЭ (0.25)	проквиназид, 200	2012, 2013, 2015, 2016
Феразим, КС (0.6)	карбендазим, 500	2017, 2018
Флексити, КС (0.3)	метрафенон, 300	2012, 2013, 2016
<b>двухкомпонентные</b>		
Абакус Ультра, СЭ (1.5)	эпоксиконазол, 62.5 + пиракlostробин, 62.5	2013, 2014, 2016, 2019
Адексар, КЭ (1.0)	эпоксиконазол, 62.5 + флуксапироксад, 62.5	2011, 2012, 2014, 2016, 2019
Азорро, КС (1.0)	карбендазим, 300 + азоксистробин, 100	2018, 2019
Аканто Плюс, КС (0.6)	пикоксистробин, 200 + ципроконазол, 80	2010, 2012, 2013, 2019
Амистар Экстра, СК (0.75)	азоксистробин, 200 + ципроконазол, 80	2010–2016, 2019
Баклер, КМЭ (1.0)	тебуконазол, 200 + метконазол, 50	2015, 2016
Балий, КМЭ (0.8)	пропиконазол, 180 + азоксистробин, 120	2018, 2019
Бриск, КЭ (0.35)	дифеноконазол, 250 + пропиконазол, 250	2015, 2016
Зантара, КЭ (1.0)	биксафен, 50 + тебуконазол, 166	2010, 2012–2016
Карбеназол, КС (1.0)	карбендазим, 300 + ципроконазол, 66	2018, 2019
Кустодия, КС (1.0)	азоксистробин, 120 + тебуконазол, 200	2015, 2016
Магнелло, КЭ (1.0)	дифеноконазол, 100 + тебуконазол, 250	2015, 2016
Менара, КЭ (0.5)	ципроконазол, 160 + пропиконазол, 250	2013–2015, 2019
Осирис, КЭ (1.5)	эпоксиконазол, 37.5 + метконазол, 27.5	2010, 2015, 2016
Прозаро, КЭ (0.8)	протиоконазол, 125 + тебуконазол, 125	2013–2016, 2019
Ракурс, СК (0.4)	ципроконазол, 160 + эпоксиконазол, 240	2012, 2013
Рекс Дуо, КС (0.6)	эпоксиконазол, 187 + тиофанат-метил, 310	2010–2015
Рекс Плюс, СЭ (1.25)	эпоксиконазол, 84 + фенпропиморф, 250	2016, 2019
Спирит, СК (0.7)	азоксистробин, 240 + эпоксиконазол, 160	2012, 2013, 2019
Страйк Форте, КС (0.9)	тебуконазол, 225 + флутриафол, 75	2014, 2015
Тилт Турбо, КЭ (1.0)	фенпропидин, 450 + пропиконазол, 125	2012, 2013, 2015, 2016, 2019
Титул Дуо, ККР (0.32)	пропиконазол, 200 + тебуконазол, 200	2018, 2019
Флинт, ВСК (0.8)	эпоксиконазол, 120 + ципроконазол, 80	2013, 2014
<b>трехкомпонентные</b>		
Амистар Трио, КЭ (1.0)	азоксистробин, 100 + ципроконазол, 30 + пропиконазол, 125	2010, 2017, 2018, 2019
Замир Топ, КЭ (1.0)	фенпропидин, 150 + прохлораз, 200 + тебуконазол, 100	2010, 2014–2016
Капало, СЭ (1.0)	эпоксиконазол, 62.5 + фенпропиморф, 200 + метрафенон, 75	2010, 2012, 2013
Капелла, МЭ (1.0)	пропиконазол, 120 + флутриафол, 60 + дифеноконазол, 30	2014, 2015
Протазокс, КС (1.0)	азоксистробин, 200 + протиоконазол, 125 + дифеноконазол, 60	2017, 2018
Приаксор Макс, КЭ (0.5)	пиракlostробин, 200 + пропиконазол, 125 + флуксапироксад, 30	2017, 2019
Скайвэй Хрго, КЭ (1.25)	биксафен, 75 + протиоконазол, 100 + тебуконазол, 100	2016, 2019
Солигор, КЭ (0.8)	протиоконазол, 53 + тебуконазол, 148 + спирокарсамин, 224	2010, 2011, 2016
Фалькон, КЭ (0.6)	тебуконазол, 167 + триадименол, 43 + спирокарсамин, 250	2010–2013
Элатус Риа, КЭ (0.6)	ципроконазол, 66.67 + пропиконазол, 208.33 + бензовиндифлупир, 83.33	2015, 2016, 2019

Сев озимой пшеницы проводился в оптимальные сроки, норма высева – 4.5 млн семян на гектар, способ сева – узкорядный, ширина междурядий – 15 см. Почвы опытного участка дерново-подзолистые, рН = 6.5, содержание гумуса в среднем составляет 2.26%. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимой пшеницы в центральной агроклиматической зоне. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок – 10 м<sup>2</sup>. Исследования по изучению биологической эффективности проводили в соответствии с «Методическими указаниями ...» (Здрожевская и др., 2007). Фунгициды применяли однократно при развитии одной или комплекса болезней, не превышающем биологический порог вредности (для озимой пшеницы в Беларуси в зависимости от сорта составляет 2.5–3.7%) (Склименок, 2015).

В 2010 г. исследования проводили на сорте Капылянка, в 2011–2018 гг. – Сюита, в 2019 г. – Элегия.

Учет развития мучнистой росы и септориоза в контрольных (без обработки) и опытных (с обработкой) вариантах проводили в динамике: первый учет через 7–10 дней после обработки, последующие учеты осуществляли с указанным интервалом в соответствии с «Методическими указаниями ...» (Здрожевская и др., 2007). Всего для каждого варианта проводили 4 учета за вегетационный сезон.

Учитывая большое количество фунгицидов, а также лет исследования, для оценки эффективности изучаемых препаратов в целом за вегетационный сезон нами был использован широко применяемый в настоящее время во всем мире показатель, позволяющий суммарно оценить как интенсивность развития болезни, так и продолжительность ее действия на растения, — площадь под кривой развития болезни (ПКРБ). Для этого проводили расчеты ПКРБ на основании учетов развития каждой болезни по формуле (1) (Бабаянц, 1988):

$$\text{ПКРБ} = \frac{\sum_{j=2}^m d_j (Y_j + Y_{j-1})}{2} \quad (1),$$

где  $m$  – количество учетов (в нашем случае – 4),

$d_j$  – разница в днях между двумя последовательными учетами,

$Y_j$  – степень поражения при первом и каждом последующем учете,

$Y_{j-1}$  – степень поражения при втором и каждом последующем учете.

ПКРБ рассчитывали для каждого препарата в годы исследований в целом за вегетационный сезон, аналогично вычисляли ПКРБ в контрольных вариантах (без обработки).

Биологическую эффективность (БЭ) защитных мероприятий, выраженную в процентах, рассчитывали по формуле (2) на основании ПКРБ (Здрожевская и др., 2007):

$$\text{БЭ} = \frac{M_k - M_o}{M_k} \times 100 \quad (2),$$

где  $M_k$  – показатель ПКРБ болезни в контроле (защитные мероприятия не проводились),

$M_o$  – показатель ПКРБ болезни в опыте (с защитными мероприятиями).

В статье для каждого препарата представлены усредненные значения биологической эффективности, рассчитанные в годы включения фунгицида в исследования, а также минимальные и максимальные значения показателя за этот период.

Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе величины сохраненного урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем. В таблицах представлены усредненные для каждого фунгицида значения сохраненного урожая, а также увеличения массы 1000 зерен.

## Результаты

На рисунке представлена интенсивность проявления болезней листьев в посевах озимой пшеницы в контрольных вариантах (без обработки) на момент последнего учета. Развитие септориоза листьев в период исследований

достигало эпифитотийного уровня – 53.4% в 2010 г. Развитие мучнистой росы также варьировало в зависимости от года: от 2.5 (2010 г.) до 21.7% (2013 г.).

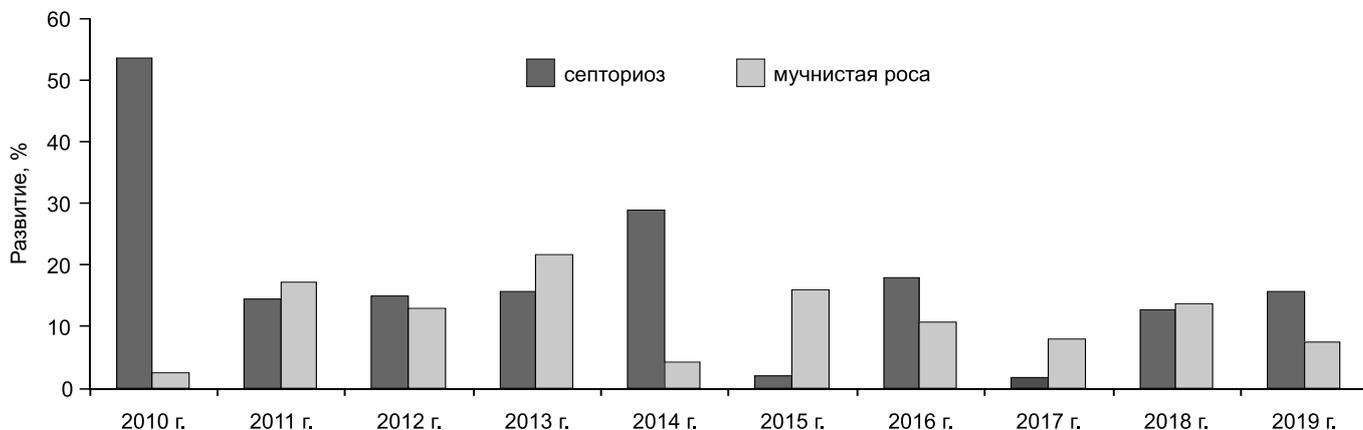


Рисунок. Развитие болезней листового аппарата в посевах озимой пшеницы

Figure. Septoria leaf blotch severity on winter wheat

Представленные данные дают основание считать фон развития болезней достаточно интенсивным, что особенно важно при изучении эффективности фунгицидов в защите от болезней, поскольку это позволяет оценить не только степень, но и продолжительность их защитного действия.

Основные химические классы действующих веществ (в соответствии с классификацией Fungicide Resistance Action Committee – FRAC) (FRAC Code List, 2019), входящих в состав изучаемых препаратов, и их характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2. Классификация и механизм действия действующих веществ фунгицидов, включенных в исследования (FRAC Code List, 2019)

Table 2. Classification and mode of action of fungicides active ingredients included in the study (FRAC Code List, 2019)

Класс	Химическая группа	Действующее вещество	Мишень действия
Метилбензимидазолкарбаматы (МБК)	бензимидазолы	карбендазим	цитоскелет
Цианоакрилаты	тиофанаты	тиофанат-метил	
Карбоксамиды (SDHI — ингибиторы сукцинатдегидрогеназы)	бензофеноны	метрафенон	дыхание
Стробилурины (QoI — ингибиторы переноса хинона на внешнюю мембрану митохондрий)	пиразол-4-карбоксамиды	бензовиндифлулпир	
		флуксапироксад	
Азолы (DMI — ингибиторы деметилирования)	триазолы	биксафен	
		азоксистробин	
Амины (морфолины)	метокси-акрилаты	пикоксистробин	передача клеточного сигнала
	метоксикарбаматы	пираклостробин	
Азанафталины	имидазолы	прохлораз	биосинтез стерола в мембранах
	триазолинтионы	ципроконазол	
морфолины		тебуконазол	
	пиперидины	дифеноконазол	
спирокетал-амины		эпоксиконазол	
	квиназолиноны	метконазол	
триазолинтионы		пропиконазол	
	морфолины	триадименол	
пиперидины		флутриафол	
	спирокетал-амины	протиоконазол	
квиназолиноны		фенпропиморф	
	квиназолиноны	фенпропидин	
квиназолиноны		спироксамин	
	квиназолиноны	проквиназид	

Проанализированные однокомпонентные фунгициды были разделены нами на 4 группы в зависимости от класса действующих веществ, входящих в состав препаратов. Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что наиболее высокие значения биологической эффективности в защите

озимой пшеницы от мучнистой росы отмечены при применении фунгицидов Талиус, КЭ; Флексити, КС и Колосаль, КЭ – 79.3; 69.9 и 70.1 % соответственно. Применение однокомпонентных фунгицидов обуславливало сохранение от 2.6 до 5.9 ц/га зерна, или от 3.7 до 9.7%.

Таблица 3. Эффективность однокомпонентных фунгицидов в защите озимой пшеницы от болезней листьев  
Table 3. Efficacy of one-component fungicides against leaf diseases of winter wheat

Фунгицид	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,		Сохраненный урожай,	
	по мучнистой росе		по септориозу		г	%	ц/га	%
среднее	диапазон	среднее	диапазон	азол				
Колосаль, КЭ	70.1±3.8	65.0–74.3	64.3±9.9	53.9–77.2	1.4±0.5	3.2±1.6	5.9±1.6	9.7±3.0
метилбензимидазолкарбамат								
Зим 500, КС	55.4±2.5	53.6–57.1	–	–	1.1±0.1	2.4±0.6	2.6±0.4	3.7±0.3
Кредо, СК	42.0±5.2	38.3–45.6	–	–	0.8±0.1	1.5±0.1	3.0±0.4	4.1±0.4
Понезим, КС	36.0±20.1	12.9–49.2	35.0±16.4	16.4–47.4	1.0±0.3	2.5±1.2	2.8±1.2	5.2±0.9
Феразим, КС	38.9±6.9	34.0–43.8	–	–	0.7±0.1	1.3±0.1	2.8±0.4	3.9±0.6
<b>В среднем</b>	<b>42.3±13.1</b>	<b>34.7–48.9</b>	<b>35.0±16.4</b>	<b>16.4–47.4</b>	<b>0.9±0.2</b>	<b>1.9±0.8</b>	<b>2.8±0.7</b>	<b>4.3±0.8</b>
цианоакрилат								
Флексити, КС	69.9±4.2	66.1–74.4	–	–	1.1±0.6	2.6±0.6	3.1±0.2	6.0±0.9
азанафталин								
Талиус, КЭ	79.3±11.6	63.8–90.8	–	–	1.5±0.3	3.4±0.8	5.0±2.5	7.7±2.2

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение; «–» – не определялась.

Двухкомпонентные фунгициды, включенные в исследования, были разделены на 6 групп в зависимости от химических классов действующих веществ, входящих в их состав. Установлено, что защитное действие препаратов, содержащих азоловый компонент в сочетании с морфолином, в защите от мучнистой росы выше по сравнению с таковым у остальных групп фунгицидов (таблица 4). Показатель биологической эффективности в отношении возбудителя септориоза листьев в зависимости от группы

препаратов варьировал в среднем от 64.7 (Карбеназол, КС) до 88.0% (Абакус Ультра, СЭ). Высокое защитное действие фунгицидов обусловлено составом препаратов. Как правило, они содержат как минимум один компонент из класса азолов. Более высокие значения сохраненного урожая отмечены у тех, которые содержат азоловый компонент в сочетании со стробилурином (7.1 ц/га) или карбоксамидом (7.9 ц/га).

Таблица 4. Эффективность двухкомпонентных фунгицидов в защите озимой пшеницы от болезней листьев  
Table 4. Efficacy of two-component fungicides against leaf diseases of winter wheat

Фунгицид	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,		Сохраненный урожай,	
	по мучнистой росе		по септориозу		г	%	ц/га	%
	среднее	диапазон	среднее	диапазон				
<b>азол + стробилурин</b>								
Абакус Ультра, СЭ	77.6±6.6	68.8–84.7	88.0±8.6	76.0–96.2	3.8±1.5	7.8±2.5	7.8±2.9	12.7±5.9
Аканто Плюс, КС	68.7±4.4	62.9–72.3	71.9±6.5	63.8–78.9	3.1±1.2	8.1±4.0	7.7±2.5	16.8±6.6
Амистар Экстра, СК	69.4±10.2	52.8–86.2	79.5±12.4	64.6–93.6	2.2±0.7	5.0±1.6	8.6±3.8	13.8±7.5
Балий, КМЭ	65.4±10.2	65.2–65.6	70.8±0.6	70.4–71.2	2.2±0.8	4.7±0.7	5.9±1.4	8.8±1.3
Кустодия, КС	69.4±11.0	61.6–77.2	65.6±4.0	62.8–68.4	2.8±0.7	5.8±1.5	5.1±0.9	5.8±1.1
Спирит, СК	78.1±9.6	69.6–88.5	75.6±10.4	65.3–86.0	3.0±1.2	7.5±3.1	7.9±3.3	14.7±7.2
<b>В среднем</b>	<b>71.5±8.6</b>	<b>63.5–79.1</b>	<b>77.2±10.9</b>	<b>67.2–82.4</b>	<b>2.8±1.1</b>	<b>6.5±2.6</b>	<b>7.6±2.9</b>	<b>13.1±6.5</b>
<b>азолы</b>								
Баклер, КМЭ	78.1±0.3	77.9–78.3	78.7±3.7	76.1–81.3	2.1±0.6	4.1±1.3	6.2±1.1	6.9±1.3
Бриск, КЭ	64.9±4.3	61.8–67.9	73.3±9.7	66.4–80.1	2.1±0.1	4.2±0.2	5.8±1.6	6.7±1.8
Магнелло, КЭ	64.1±4.3	61.0–67.1	76.3±1.2	75.4–77.1	2.7±0.2	5.3±0.4	6.3±1.7	7.1±2.1
Менара, КЭ	68.6±6.3	52.7–77.2	75.2±5.4	68.5–81.5	1.7±0.4	2.8±0.5	5.5±3.0	8.7±4.7
Осирис, КЭ	64.8±8.7	57.6–74.5	70.2±7.9	61.1–75.1	2.5±0.8	5.4±2.2	8.1±3.1	12.4±9.2
Прозаро, КЭ	65.2±9.2	52.3–76.4	74.7±10.7	63.1–92.2	2.2±0.7	5.0±1.8	6.9±3.2	10.3±5.8
Ракурс, СК	71.4±1.1	70.6–72.1	65.1±14.5	54.8–75.3	3.4±0.6	8.3±3.3	9.3±3.0	17.9±6.2
Страйк Форте, КС	50.6±4.5	47.7–53.8	75.5±15.6	64.5–86.5	2.0±1.3	4.1±2.5	3.9±0.2	6.3±2.5
Титул Дуо, ККР	65.8±0.6	65.3–66.2	68.2±5.0	64.7–71.7	1.9±0.5	4.1±0.2	5.3±1.0	7.9±0.7
Флинт, ВСК	57.4±5.3	53.6–61.1	82.8±4.0	79.9–85.6	3.1±0.6	6.2±1.4	8.8±0.7	14.9±4.6
<b>В среднем</b>	<b>65.3±8.3</b>	<b>60.1–69.5</b>	<b>74.0±8.4</b>	<b>67.5–80.6</b>	<b>2.3±0.7</b>	<b>4.8±1.9</b>	<b>6.6±2.5</b>	<b>10.4±5.6</b>
<b>азол + морфолин</b>								
Тилт Турбо, КЭ	82.1±7.0	71.3–90.3	71.1±13.0	58.2–91.2	2.3±1.1	5.7±3.6	5.8±1.7	9.9±2.9
Рекс Плюс, СЭ	84.3±4.8	80.9–87.7	73.6±23.2	55.2–90.0	1.5±0.1	3.4±0.6	4.6±0.1	6.4±1.3
<b>В среднем</b>	<b>82.7±6.1</b>	<b>76.1–89.0</b>	<b>71.8±14.3</b>	<b>56.7–90.6</b>	<b>2.1±1.0</b>	<b>5.0±3.2</b>	<b>5.5±1.5</b>	<b>8.9±3.0</b>
<b>азол + карбоксамид</b>								
Адексар, КЭ	67.4±15.6	50.3–82.9	73.5±13.4	57.1–87.6	2.9±1.6	6.7±4.2	7.8±4.3	12.2±7.6
Зантара, КЭ	63.0±6.8	51.7–70.7	76.7±15.2	53.9–93.9	3.4±1.4	6.3±3.1	7.9±4.0	13.5±6.5
<b>В среднем</b>	<b>65.2±11.2</b>	<b>51.0–76.8</b>	<b>75.3±13.8</b>	<b>55.5–90.8</b>	<b>2.8±1.4</b>	<b>6.5±3.5</b>	<b>7.9±3.9</b>	<b>12.9±6.7</b>
<b>азол + метилбензимидазолкарбамат</b>								
Карбеназол, КС	69.4±13.2	60.0–78.7	64.7±17.8	52.1–77.3	2.1±0.6	5.0±2.3	4.0±1.3	6.1±2.5
Рекс Дуо, КС	65.6±6.3	55.9–72.2	67.7±14.7	51.5–86.4	2.2±1.6	5.1±3.3	5.6±4.3	10.0±6.8
<b>В среднем</b>	<b>66.5±7.5</b>	<b>58.0–75.5</b>	<b>67.0±14.2</b>	<b>51.8–81.9</b>	<b>2.2±1.4</b>	<b>5.0±2.9</b>	<b>5.5±4.0</b>	<b>9.1±6.1</b>
<b>стробилурин + метилбензимидазолкарбамат</b>								
Азорро, КС	66.4±13.8	56.6–76.1	68.0±11.4	59.9–76.0	2.1±0.6	5.0±2.3	4.0±1.4	6.2±2.8

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Среди проанализированных трехкомпонентных препаратов эффективность в защите от мучнистой росы в среднем варьировала в зависимости от состава фунгицидов: от 59.5 (3 действующих вещества из класса азолов) до 82.8% (2 азола + карбоксамид) (таблица 5). В отношении

септориоза листьев в среднем по группам эффективность была высокой и варьировала от 59.8 (Замир Топ, КЭ) до 89.9% (Протазокс, КС). Сохраненный урожай варьировал в зависимости от фунгицида от 4.9 ц/га (Фалькон, КЭ) до 9.9 ц/га (Капелла, МЭ).

### Обсуждение

Развитие болезней на листовом аппарате за период исследований варьировало в зависимости от вегетационного сезона. Наиболее благоприятные условия для развития септориоза листьев сложились в 2010 и 2014 гг., что обусловило степень поражения от умеренного до эпифитотийного уровня. Известно, что степень поражения болезнью зависит от погодных условий, в частности, температуры и количества осадков (Chungu et al., 2001; Greiner et al., 2019; Lovell et al., 2004). При этом в нашей республике наиболее существенное влияние на появление септориоза в посевах культуры в весенний период и дальнейшее его нарастание в течение вегетационного сезона оказывают осадки (Крупенько, 2018).

Наиболее обширными и широко используемыми в Беларуси классами действующих веществ для защиты озимой пшеницы от болезней являются азолы, стробилурины и карбоксамиды. Основными мишенями действия проанализированных действующих веществ являются дыхание, биосинтез стерола (проницаемость мембран), сборка цитоскелета, а также передача клеточного сигнала.

Физико-химические свойства различных классов действующих веществ обуславливают их активность на различных этапах патогенного процесса. В зависимости от этого фунгициды можно разделить на следующие группы:

1) фунгициды защитного (превентивного) действия, которые эффективны в отношении инфекции в начале патологического процесса;

Таблица 5. Эффективность трехкомпонентных фунгицидов в защите озимой пшеницы от болезней листьев  
Table 5. Efficacy of three-component fungicides against leaf diseases of winter wheat

Фунгицид	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,		Сохраненный урожай,	
	по мучнистой росе		по септориозу		г	%	ц/га	%
	среднее	диапазон	среднее	диапазон				
азолы + стробилуриин								
Амистар Трио, КЭ	72.0±9.1	60.3–80.2	76.6±7.1	67.3–84.3	2.5±0.9	5.4±2.2	7.3±2.9	11.8±6.5
Протазокс, КС	75.0±7.9	69.4–80.5	89.9±2.5	88.1–91.7	3.2±1.4	5.4±2.2	7.6±2.1	10.5±3.0
<b>В среднем</b>	<b>73.0±8.0</b>	<b>64.9–80.4</b>	<b>81.0±8.9</b>	<b>77.7–88.0</b>	<b>2.7±1.0</b>	<b>5.4±1.8</b>	<b>7.4 ±2.4</b>	<b>11.4±5.3</b>
азолы								
Капелла, МЭ	59.5±13.0	50.3–68.7	83.8±5.9	79.6–87.9	2.9±1.1	5.9±2.2	9.9±9.1	13.4±13.4
азолы + морфолин								
Замир Топ, КЭ	75.0±13.5	55.4–86.1	59.8±9.7	51.3–73.6	2.5±1.4	5.4±3.4	9.8±3.2	14.1±6.0
Солигор, КЭ	73.5±4.5	68.4–76.8	67.9±9.6	59.8–78.5	2.2±0.8	5.9±2.8	7.1±2.4	13.6±3.5
Фалькон, КЭ	65.2±2.2	63.3–67.8	60.5±9.1	51.8–73.3	1.4±0.5	3.5±1.2	4.9±2.1	9.6±3.8
<b>В среднем</b>	<b>71.0±9.0</b>	<b>62.4–76.9</b>	<b>62.2±9.2</b>	<b>54.3–75.1</b>	<b>2.0±1.0</b>	<b>4.8±2.6</b>	<b>7.3±3.2</b>	<b>12.3±4.7</b>
азол + морфолин + цианоакрилат								
Капало, СЭ	69.8±10.5	65.3–81.8	62.2±9.2	51.6–86.0	2.9±1.0	7.0±3.3	9.4±2.2	19.2±1.3
азолы + карбоксамид								
Элатус Риа, КЭ	77.1±15.1	60.6–90.2	89.8±8.2	80.4–95.0	1.8±0.1	3.9±0.6	5.3±3.0	6.7±3.5
Скайвэй Хрго, КЭ	82.8±1.9	81.4–84.1	87.7±1.6	86.6–88.8	2.2±0.4	4.8±0.1	6.0±1.6	7.9±0.4
<b>В среднем</b>	<b>79.3±11.2</b>	<b>71.0–87.2</b>	<b>89.0±5.9</b>	<b>83.5–91.9</b>	<b>1.9±0.3</b>	<b>4.3±0.7</b>	<b>5.6±2.3</b>	<b>7.1±2.5</b>
азол + карбоксамид + стробилуриин								
Приаксор Макс, КЭ	76.0±8.3	70.1–81.8	86.4±5.4	82.5–90.2	2.5±0.8	5.5±0.8	5.4±0.8	7.3±0.2

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

2) фунгициды лечебного (куративного) действия, которые являются эффективными в защите от гриба, растущего в ткани листа после прорастания споры;

3) препараты искореняющего действия: они способны останавливать споруляцию патогена (Balba, 2007).

Стробилурины обладают защитным действием. Данный класс фунгицидов является высокоэффективным в подавлении прорастания спор и раннего проникновения в клетки растения-хозяина (Balba, 2007). Стробилурины не обладают лечебным действием. Это обусловлено тем, что после обработки растений такие фунгициды аккумулируются в восковом слое кутикулы листа, поэтому они не предотвращают рост мицелия гриба в тканях листа, если заражение уже произошло (Mueller et al., 2013).

Карбоксамиды характеризуются высокой защитной и искореняющей активностью (Тютерев, 2010). Как и у стробилуринов, эффективность данного химического класса наиболее высока при профилактическом применении (Mueller et al., 2013).

Морфолины обладают профилактическим, лечебным и искореняющим действием. Данный химический класс эффективен даже при низких положительных температурах и устойчив к осадкам (Тютерев, 2010).

Азолы способны к быстрому передвижению по ксилеме к верхним листьям, но не поступают в молодые листья, которые появляются после обработки (Тютерев, 2010). Поскольку основной механизм действия данного класса – нарушение проницаемости мембран при формировании клеток за счет ингибирования синтеза стерола, он наиболее эффективен для предотвращения роста мицелия гриба внутри листа. Таким образом, азолы – преимущественно лечебные фунгициды (Mueller et al., 2013).

Метилбензимидазолкарбаматы – это системные препараты защитного и лечебного действия (Тютерев, 2010).

Они ингибируют рост мицелия, развитие ростковых трубок и аппрессориев у грибов.

Проквиназид из класса азафталины обладает профилактическим и искореняющим действием. Данное действующее вещество специфично влияет на мучнистую росу и предотвращает заражение растений даже в очень низких концентрациях, защищая их в течение продолжительного времени после обработки (Gilbert et al., 2009). Проквиназид не обладает лечебным действием в отношении возбудителя болезни.

Действующее вещество метрафенон (класс цианоакрилаты) также проявляет специфичную активность в отношении возбудителя мучнистой росы. Оно нарушает все стадии роста и развития гриба-возбудителя болезни, за исключением прорастания спор. Кроме того, метрафенон обладает лечебным действием, поскольку ингибирует рост мицелия даже в случае, если заражение произошло (Opalski et al., 2006).

Среди однокомпонентных фунгицидов наиболее высокие значения биологической эффективности в защите озимой пшеницы от мучнистой росы отмечены при применении фунгицидов Талиус, КЭ; Флексити, КС и Колосаль, КЭ, в состав которых входят соответственно проквиназид, метрафенон и тебуконазол. Высокая биологическая эффективность первых двух действующих веществ обусловлена их специфическим действием в отношении возбудителя болезни (Gilbert et al., 2009; Opalski et al., 2006), тогда как тебуконазола – его быстрым проникновением в растение и лечебной активностью (Тютерев, 2010).

Более высокая эффективность в защите от мучнистой росы из двухкомпонентных фунгицидов была отмечена у препаратов, содержащих азол с морфолином. Это обусловлено тем, что фенпропидин и фенпропиморф, являющиеся одними из действующих веществ фунгицидов Тилт Турбо,

КЭ и Рекс Плюс, СЭ соответственно, обладают специфической активностью в отношении болезни. При этом при профилактическом применении отмечается наиболее высокая эффективность: полностью подавляется прорастание конидий, в меньшей степени – развитие аппрессориев и образование вторичных гиф (Андреева, Зинченко, 2002). Более эффективными в защите от септориоза листьев были препараты, содержащие хотя бы один азоловый компонент. Известно, что данный класс является в настоящее время одним из наиболее эффективных и широко применяемых для защиты озимой пшеницы от септориоза листьев (Cools, 2008).

Анализ биологической эффективности трехкомпонентных фунгицидов в зависимости от их состава свидетельствует о достаточно высоких значениях показателя во всех группах препаратов в защите от мучнистой росы и септориоза.

У однокомпонентных фунгицидов величина сохраненного урожая была максимальной в вариантах с высокой эффективностью по мучнистой росе, у двухкомпонентных – при сочетании азота со стробилурином либо карбоксамидом. Известно, что действующие вещества из класса стробилуринов обладают так называемым «озеленяющим эффектом», который проявляется в продлении вегетации культуры (Balba, 2007; Bertelsen et al., 2001; Bartlett et al.,

2002]. В результате отмечается повышение показателей хозяйственной эффективности, наиболее информативным из которых является масса 1000 зерен. Действующие вещества из класса карбоксамидов помимо фунгицидного действия также оказывают положительное влияние на формирование урожая за счет предотвращения старения растений (Berdugo et al., 2012). Среди трехкомпонентных фунгицидов максимальные значения сохраненного урожая (9.4–9.9 ц/га) отмечались в различных группах. Следует отметить, что колебания сохраненного урожая в исследовании обусловлены в том числе различным уровнем формировавшейся каждый год урожайности, а также интенсивностью поражения листового аппарата болезнями.

Таким образом, выбор фунгицида для защиты озимой пшеницы от болезней листового аппарата следует проводить на основании оценки фитопатологической ситуации в посевах. В случае преобладания мучнистой росы целесообразно выбирать фунгициды с действующими веществами, обладающими специфической активностью в отношении болезни. Для защиты от септориоза листового аппарата наиболее эффективны азолсодержащие препараты. С биологической точки зрения наличие в составе препарата 2-х или 3-х действующих веществ более оправдано, поскольку обеспечивает разнонаправленное действие на возбудителя болезни.

### Заключение

Таким образом, основными болезнями листового аппарата озимой пшеницы являлись септориоз и мучнистая роса, развитие которых за период 2010–2019 гг. достигало 53.4 и 21.7% соответственно. Эффективность фунгицидов в защите от болезней обусловлена особенностями химических классов действующих веществ в составе препаратов. Среди однокомпонентных фунгицидов наиболее высокие значения биологической эффективности в защите озимой пшеницы от мучнистой росы отмечены при наличии в составе проквиназида, тебуконазола и метрафенона

– 69.9–79.3%. Из 23 двухкомпонентных фунгицидов более высокая эффективность (82.1–84.3%) в защите от мучнистой росы отмечена у препаратов, содержащих азоловый компонент в сочетании с морфолином. Показатель биологической эффективности в отношении септориоза листьев в зависимости от состава препаратов варьировал в среднем от 64.7 до 88.0%. Среди трехкомпонентных фунгицидов эффективность защиты от мучнистой росы составляла 59.5–82.8%, септориоза – 59.8–89.9%. Применение фунгицидов позволяет сохранить до 9.9 ц/га зерна.

### Библиографический список (References)

- Андреева ЕИ, Зинченко ВА (2002) Системные фунгициды – ингибиторы биосинтеза эргостерина. 2. Тебуконазол, ципроконазол, диниконазол, пенконазол, дифеноконазол, фенаримол, трифорин, прохлораз, имазалил, фенпропиморф, фенпропидин. *Агро XXI* 4:14–15
- Бабаянц ЛТ, Мештерхази А, Вехтер Ф (1988) Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага. 321 с.
- Буга СФ (2013) Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси. Несвиж: «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». 240 с.
- Буга СФ, Жуковский АГ, Склименок НА (2015) Эффективность фунгицидов в защите озимой пшеницы от септориоза в Беларуси. *Защита и карантин растений* 7:16–18
- Жук ЕИ, Буга СФ (2012) Роль почвы в сохранении грибов *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castell. et Germano и *Septoria tritici* Roberge ex Desm. – возбудителей септориоза яровой пшеницы в условиях Республики Беларусь. Материалы 7-й Международной научно-практической конференции-выставки «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». 7:404–406
- Жуковский АГ, Бойко СВ, Трешашко ЛИ, Крупенько НА и др (2019) Современное фитосанитарное состояние агроценозов пшеницы озимой в Республике Беларусь. *Земледелие и защита растений* 3(124):16–26
- Здрожевская СД, Павлова ВВ, Буга СФ, Котикова ГШ и др (2007) Болезни зерновых культур. В кн.: Буга СФ (ред) Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Несвиж: «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». 61–101
- Крупенько НА (2018) Влияние гидротермических условий на развитие септориоза листьев озимой пшеницы. *Защита растений: сборник научных трудов* 42:109–115
- Крупенько НА, Жук ЕИ, Буга СФ, Жуковский АГ (2017) Септориозы зерновых культур и их вредоносность. *Известия НАН Беларуси. Серия аграрных наук* (4):66–75
- Склименок НА (2015) Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности. *Дисс. ... к.б.н.* Прилуки. 23 с.
- Стамо ПД, Кузнецова ОВ (2012) Применение фунгицидов должно быть рациональным. *Защита и карантин растений* 2:5–8

- Тютюрев СЛ (2010) Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы. СПб.: ИПК «Нива». 172 с.
- AHDB (2012) Septoria Tritici in Winter Wheat Topic Sheet. 2017. <https://www.ahdb.org.uk/septoriatritici> (9.11.2020).
- Balba H (2007) Review of strobilurin fungicide chemicals. *J Environ Sci Health, Part B*. 42(4):441–451. <https://doi.org/10.1080/03601230701316465>
- Bartlett DW, Clough JM, Godwin JR, Hall AA, Hamer M, Parr-Dobrzanski B (2002) Review: the strobilurin fungicides. *Pest Manag Sci* 58(7): 649–662. <https://doi.org/10.1002/ps.520>
- Berdugo CA, Steiner U, Dehne H-W, Oerke E-C (2012) Effect of bixafen on senescence and yield formation of wheat. *Pest Biochem Physiol* 104(3):171–177. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.07.010>
- Bertelsen JR, de Neergaard E, Smedegaard-Petersen V (2001) Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. *Plant Pathol* 50(2):190–205. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00545.x>
- Chungu C, Gilbert J, Townley-Smith F (2001) Septoria tritici blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host. *Plant Pathol* 85(4):430–435. <https://doi.org/10.1094/pdis.2001.85.4.430>
- Cools HJ (2008) Are azole fungicides losing ground against Septoria wheat disease? Resistance mechanisms in *Mycosphaerella graminicola*. *Pest Manag Sci* 64(7):681–684. <https://doi.org/10.1002/ps.1568>
- Figuroa M, Hammond-Kosack KE, Solomon PS (2017) A review of wheat diseases—a field perspective. *Mol Plant Pathol* 19(6):1523–1536. <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>
- FRAC Code List 2019: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering). [https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2019.pdf?sfvrsn=98ff4b9a\\_2](https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2019.pdf?sfvrsn=98ff4b9a_2) (02.04.2020)
- Gilbert SR, Cools HJ, Fraaije BA, Bailey AM, Lucas JA (2009) Impact of proquinazid on appressorial development of the barley powdery mildew fungus *Blumeria graminis* f.sp. hordei. *Pest Biochem Physiol* 94(2–3):127–132. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.04.011>
- Greiner SD, Racca P, Jung J, von Tiedemann A (2019) Determining and modeling the effective period of fungicides against Septoria leaf blotch in winter wheat. *Crop Prot* 117:45–51. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.11.004>
- Heick TM, Justesen AF, Jørgensen LN (2017) Anti-resistance strategies for fungicides against wheat pathogen *Zymoseptoria tritici* with focus on DMI fungicides. *Crop Prot* 99:108–117. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.009>
- Lopez JA, Rojas K, Swart J (2015) The economics of foliar fungicide application in winter wheat in Northeast Texas. *Crop Prot* 67:35–42. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.09.007>
- Lovell DJ, Hunter T, Powers SJ, Parker SR, Van den Bosch F (2004) Effect of temperature on latent period of septoria leaf blotch on winter wheat under outdoor conditions. *Plant Pathol* 53: 170–181. <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.00983.x>
- Mueller D, Wise K, Dufault N, Bradley C, Chilvers M (2013) Fungicides for Field Crops. APS Press, St Paul, MN. 112 p.
- O’Driscoll A, Kildea S, Doohan F, Spink J, Mullins E (2014) The wheat-Septoria conflict: a new front opening up? *Trends Plant Sci* 19(9):602–610. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.04.011>
- Opalski KS, Tresch S, Kogel K-H, Grossmann K, Köhle H, Hüchelhoven R (2006) Metrafenone: studies on the mode of action of a novel cereal powdery mildew fungicide. *Pest Manag Sci* 62(5):393–401. <https://doi.org/10.1002/ps.1176>
- Poole NF, Arnaudin ME (2014) The role of fungicides for effective disease management in cereal crops. *Can J Plant Pathol* 36(1): 1–11. <https://doi.org/10.1080/07060661.2013.870230>
- Wiik L, Rosenqvist H (2010) The economics of fungicide use in winter wheat in southern Sweden. *Crop Prot* 29:11–19. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2009.09.008>

#### Translation of Russian References

- Andreeva EI, Zinchenko VA (2002) [Systemic fungicides – inhibitors of biosynthesis of ergosterin. 2. Tebuconazole, cyproconazole, diniconazole, penconazole, difenoconazole, fenarimol, triforine, prochloraz, imazalil, fenpropimorph, fenpropidin]. *Агро XXI* 4:14–15 (In Russian)
- Babayants LT, Meshterkhazi A, Vekhter F (1988) [Methods of selection and estimation of resistance of wheat and barley to diseases in the CMEA member countries]. Prague. 321 p. (In Russian)
- Buga SF (2013) [Theoretical and practical basis of chemical protection of cereals against diseases in Belarus. Nesvizh: «Nesvizh consolidated printing house S. Budny». 240 p (In Russian)
- Buga SF, Zhukovskiy AG, Sklimenok NA (2015) [Efficacy of fungicides for protection of winter wheat against Septoria Leaf blotch in Belarus]. *Zaschita i karantin rasteniy* 7:16–18 (In Russian)
- Zhuk EI, Buga SF (2012) [The role of soil in the preservation of fungi *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castell. et Germano and *Septoria tritici* Roberge ex Desm. – causal agents of Septoria leaf blotch of spring wheat in the conditions of the Republic of Belarus]. *Materialy 7<sup>th</sup> Mezhdunarodnoy nauchno-practicheskoy konferencii-vystavki “Biologicheskaya zaschita resteniy – osnova stabilizacii agroecosistem”*. 7:404–406 (In Russian)
- Zhukovskiy AG, Boiko SV, Trepashko LI, Krupenko NA et al (2007) [Modern phytosanitary situation of agro-ecosystem of winter wheat in the Republic of Belarus]. *Zemledelie I zaschita rasteniy* 3(124):16–26 (In Russian)
- Zdrozhevskaya SD, Pavlova VV, Buga SF, Kotikova GS et al (2007) [Diseases of cereals]. In: Buga SF (red) *Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam fungicidov v selskom hozyaistve*. Buga SF (ed) *Methodical instructions for registration trails of fungicides in agriculture*. Nesvizh: «Nesvizh consolidated printing house S. Budny». 61–101 (In Russian)
- Krupenko NA (2018) [Influence of hydrothermic conditions on the Septoria leaf blotch severity of winter wheat]. *Zaschita vasteniy: sb. nauch. tr.* 42:109–115 (In Russian)
- Krupenko NA, Zhuk EI, Buga SF, Zhukovskiy AG (2017) Septoria leaf blotch of cereals and its harmfulness. *Izvestiya NAN Belarusi. Seriya agrarnykh nauk* (4):66–75 (In Russian)

Sklimenok NA (2015) [Complex of fungi parasitizing on winter wheat and measures for limitation of their harmfulness]. Abstr. Dr. Biol. Thesis. Priluki. 23 p (In Russian)

Stamo PD, Kuznetsova OV (2012) [Application of fungicides must be rational]. *Zaschita i karantin rasteniy* 2:5–8 (In Russian)

Tyuterev SL (2010) Modes of action of fungicides to phytopathological fungi. SPb. 172 p (In Russian)

Plant Protection News, 2020, 103(4), p. 224–232

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13741>

**Full-text article**

## PECULIARITIES OF ACTION AND RETROSPECTIVE ANALYSIS OF FUNGICIDES EFFICACY FOR PROTECTION OF SOFT WINTER WHEAT AGAINST LEAF DISEASES

N.A. Krupenko\*, I.N. Odintsova

*Institute of plant protection, ag. Priluki, Minsk district, Belarus*

\* *corresponding author, e-mail: krupenko\_natalya@mail.ru*

The data on the efficacy of 40 fungicides for protection of soft winter wheat against leaf diseases during 2010–2019 are demonstrated. Biological efficacy is calculated based upon the area under the curve of disease development. Biological and economical efficacy of those compounds has been analyzed depending on the number of components, as well as chemical classes of active agents in those compounds. The highest biological efficacy of one-component fungicides against powdery mildew has been recorded for those containing proquinazid, tebuconazole and metrafenone – 69.9–79.3%. Among 23 two-component fungicides the higher efficacy (82.1–84.3%) against powdery mildew has been recorded for the fungicides containing azole combined with morpholine. Biological efficacy against Septoria leaf blotch has varied from 64.7 to 88.0% depending on fungicide composition. Among three-component fungicides the efficacy against powdery mildew has varied from 59.5 to 82.8%, and against Septoria leaf blotch it has varied from 59.8 to 89.9%. As a result of the diseases severity decrease due to the fungicide application the saved yield has reached 9.9 centner of grain per hectare.

**Keywords:** Septoria leaf blotch, powdery mildew, biological efficacy, active compound, chemical class, mode of action

*Received: 30.07.2020*

*Accepted: 16.11.2020*