

РОЛЬ СОРТОВ И ФУНГИЦИДОВ В КОНТРОЛЕ СЕПТОРИОЗА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2019 г. Е. Ю. Торопова^{1,2,*}, О. А. Казакова^{1,2},
В. В. Пискарев³, И. Н. Порсев⁴, Ю. А. Христов³

¹ Новосибирский государственный аграрный университет
630039 Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050 Московская обл., Одинцовский р-н, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, влад. 5, Россия

³ Федеральный исследовательский центр Института цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук
630090 Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 10, Россия

⁴ Курганская сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева
641300 Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково, Россия

*E-mail: 89139148962@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.11.2018 г.

После доработки 28.11.2018 г.

Принята к публикации 10.02.2019 г.

Уточнили видовой состав возбудителей септориоза листьев и колоса, оценку эффективности фунгицидов и сортов яровой пшеницы в контроле болезни в лесостепной зоне Западной Сибири. Исследование провели в 2016–2018 гг. по общепринятым методикам. Септориоз листьев и колоса яровой пшеницы имеет широкое распространение в Западной Сибири и Зауралье, вызывая снижение урожайности до 50% и более при ухудшении качества зерна. Видовой состав возбудителей септориоза представлен *P. nodorum*, *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*, причем соотношение видов изменялось в зависимости от регионов, сортов и в пределах органов растений: в Новосибирской обл. было выявлено наиболее сильное доминирование *P. nodorum*, в Тюменской обл. доминирование вида *P. nodorum* не было безусловным и нарушалось в некоторых географических пунктах присутствием *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*. В Алтайском крае доминирование *P. nodorum* выявлено во всех точках учета, но оно было менее существенным по сравнению с Новосибирской обл. и сопровождалось повсеместной встречаемостью *S. tritici*. Иммунологическая оценка коллекции 23 сортов яровой пшеницы разного происхождения не позволила выявить иммунных к септориозу форм. Установлено дифференцированное проявление признаков устойчивости к септориозу листьев и колоса, выявлены сорта (Оренбургская 23, Вятчанка, также Long Chun 7 Нао из Китая), сочетающие пониженную восприимчивость к септориозу листьев и колоса. Эффективность фунгицидов зависела от развития септориоза на момент их применения ($r = -0.75 \pm 0.16$) и была максимальной при первых симптомах болезни. Своевременные фунгицидные обработки на фоне эпифитотийного (2–4 ЭПВ) развития септориоза листьев показали высокую (78.0–96.3%) биологическую эффективность, обеспечив увеличение урожайности яровой пшеницы до 2.3 раза при одновременном улучшении хлебопекарных качеств зерна.

Ключевые слова: сорт, фунгициды, контроль септориоза, яровая пшеница.

DOI: 10.1134/S0002188119050107

ВВЕДЕНИЕ

Септориоз листьев и колоса в течение длительного периода времени остается одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней яровой пшеницы во всех зонах ее возделывания [1, 2]. При поражении пшеницы септориозом листья преждевременно засыхают, налив зерна происходит только за счет зеленых частей стебля и колоса. Зерно формируется щуплое, с низкой на-

турой и массой 1000 зерен. Зерновая продуктивность яровой пшеницы уменьшается на 25–60%. Всхожесть и энергия прорастания семян снижаются на 7–12% [3].

Возбудители болезни – пикнидиальные грибы *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl. (телиоморфа род *Leptosphaeria*) sin. *Septoria nodorum* (Berk.), *Septoria tritici* Desm., sin. *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. Из 2-х видов грибов на

пшенице преимущественное распространение имеет *P. nodorum*, отличающийся более быстрым (8–10 раз) прорастанием пикноспор и колонизацией ткани растения-хозяина по сравнению с *S. tritici* [2]. Отмечено и распространение на пшенице в Сибири *Phaeosphaeria avenaria* f. sp. *triticae* Shoem. & C.E. Babc sin. *Septoria avenae* f. sp. *tritici* [4].

С введением ресурсосберегающих технологий обработки почвы частота эпифитотий септориоза в лесостепи Западной Сибири за последние 10 лет возросла в 2.0–2.5 раза. Эпифитотийное развитие септориоза листьев происходит, когда за декаду выпадает в 3 раза больше осадков, чем средне-многолетняя норма, при температуре 14–22°C, болезнь при этом развивается со скоростью 2–3%/сут, и порог принятия решения по применению фунгицидов достигается через 2–3 сут после начала вспышки [5]. В последнее десятилетие интенсифицировалась и передача *P. nodorum* с семенами яровой и озимой пшеницы, что ежегодно создавало предпосылки для формирования ранних очагов болезни, обусловивших увеличение кратности применения фунгицидов [6, 7]. В системах контроля септориоза листьев и колоса яровой пшеницы основными элементами являются устойчивые сорта и применение фунгицидов в течение вегетации, которые призваны замедлить скорость размножения возбудителей септориоза, затормозить или остановить развитие эпифитотического процесса [8–10].

Цель работы – уточнение видового состава возбудителей септориоза листьев и колоса, оценка эффективности фунгицидов и сортов яровой пшеницы в контроле болезни в лесостепной зоне Западной Сибири.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2016–2018 гг. в рамках государственной тематики Всероссийского НИИ фитопатологии № 0598-2015-0001 в лесостепной зоне Западной Сибири и Зауралья. В северной лесостепи Новосибирской обл. 2016 г. был засушливым (ГТК = 0.81), 2017 и 2018 гг. были влажными (ГТК = 1.26 и 1.33 соответственно). Учет развития и распространенности септориоза проводили по международной шкале [11] в производственных условиях хозяйств региона. Оценка пораженности сортов и сортообразцов септориозом листьев и колоса была проведена с использованием коллекции яровой пшеницы ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, изучаемой в рамках выполнения бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0324-2018-0018. Площадь под каждым

сортом (сортообразцом) составляла от 3 до 10 м² в трехкратной повторности.

Эффективность применения фунгицидов оценивали в производственных условиях хозяйств. В период вегетации 2016 г. была произведена оценка эффективности фунгицидов против септориоза листьев в ООО “Рубин” Краснозерского р-на Новосибирской обл. Пшеницу сорта Баганская 95 возделывали по технологии No-till в течение 8 лет, что привело к сохранению инфицированных растительных остатков прошлых лет на поверхности почвы. Развитие септориоза в 2016 г. достигало на полях хозяйства 3–4 ЭПВ. Обработку фунгицидами проводили при первых признаках (5%) инфекции на 3-м листе сверху. Площадь делянки каждого варианта составляла 80–120 га.

В ЗАО “Запрудихинское” Краснозерского р-на Новосибирской обл. эксперименты по испытанию эффективности фунгицидной обработки против септориоза листьев были заложены в 2017 г. в четырехкратной повторности методом рендомизации, площадь делянки – 25 м². Эксперимент проводили на яровой пшенице сорта Омская 36, которую высевали после пара и после пшеницы. Семена перед посевом были протравлены препаратом дивиденд Суприм в норме 2 л/т, фунгицидную обработку проводили препаратом амистар Экстра в норме 0.5 л/га. Обработку посевов фунгицидом производили при первых признаках болезни на флаговом листе растений в вечерние часы в безветренную погоду. Оценка биологической эффективности применения фунгицида против септориоза производили через 10 сут после обработки.

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакетов программ SNEDECOR [12] и STATISTICA 6.0 для Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение септориоза. Мониторинг септориоза в агроценозах озимой и яровой пшеницы Новосибирской, Томской, Кемеровской, Курганской, Тюменской обл. и Алтайского края, проведенный в 2017–2018 гг., установил повсеместное распространение септориоза на яровых сортах пшеницы (табл. 1). Показано, что септориоз листьев яровой пшеницы имел повсеместное распространение в регионах Западной Сибири и районах административных образований. Несмотря на значительное разнообразие погодных условий, сортов, технологий возделывания яровой пшеницы к фазе колошения в большинстве агроценозов возникала критическая ситуа-

Таблица 1. Развитие и распространение септориоза листьев яровой пшеницы в фазах трубкование–колошение (по данным фитообследований 2017–2018 гг.), %

Регион	Район	Число полей	Пораженность септориозом, %	
			развитие	распространенность
Алтайский край	Первомайский	18	5–15	20–80
	Усть-Пристанский	12	10–15	30–80
	Баевский	10	5–15	30–70
	Завьяловский	5	5–10	20–60
	Локтевский	7	5–15	25–90
	Алейский	7	10–15	25–70
	Усть-Калманский	15	5–20	70–90
	Шипуновский	6	5–30	50–70
	Топчихинский	5	5–15	30–60
	Суетский	6	10–25	40–65
	Рубцовский	7	5–30	25–70
	Егорьевский	9	5–20	30–70
	Всего: 12	101		
Новосибирская обл.	Черепановский	14	5–10	30–65
	Тогучинский	16	5–30	50–80
	Краснозерский	25	5–40	20–100
	Искитимский	8	5–20	25–70
	Новосибирский	5	10–30	30–60
	Ордынский	6	5–25	20–70
Всего: 6	74			
Кемеровская обл.	Чебулинский	11	5–30	15–90
	Юргинский	10	10–20	30–80
	Всего: 2	21		
Томская область	Томский	11	15–25	30–85
	Асиновский	9	15–30	40–90
	Кожевниковский	9	5–25	30–75
	Всего: 3	29		
Курганская область	Далматовский	7	5–25	30–60
	Кетовский	9	10–30	30–60
	Всего: 2	16		
Тюменская область	Нижнетавдинский	5	10–35	50–90
	Исетский	7	15–35	60–90
	Упоровский	8	5–25	50–80
	Ишимский	7	5–25	55–90
	Всего: 4	27		

ция, требующая принятия оперативных мер защиты культуры от септориоза листьев и колоса.

Среди факторов, способствующих развитию септориоза, особую роль играли обильные осадки в критический период восприимчивости яровой пшеницы (фазы колошение–цветение), высокая, близкая к 100%-ной влажность воздуха, наличие на поле инфицированных растительных остат-

ков, несбалансированное применение минеральных удобрений, повторное возделывание восприимчивых, особенно короткостебельных сортов, смежные агроценозы озимой пшеницы, засоренность злаковыми сорняками [13, 14]. Обострение фитосанитарной ситуации развития септориоза в последнее десятилетие в регионе связано, прежде всего, с введением ресурсосберегающих систем

Таблица 2. Видовой состав возбудителей септориоза на листьях яровой пшеницы в районах Новосибирской и Тюменской обл., %

Регион	Число районов	<i>P. nodorum</i>		<i>S. tritici</i>		<i>S. avenae</i> f. sp. <i>tritici</i>	
		lim	среднее	lim	среднее	lim	среднее
Новосибирская обл.	6	85–100	92.5	0–10	6.7	0–5	0.8
Тюменская обл.	5	20–100	68.0	0–70	24.0	0–20	8.0
Алтайский край	6	70–85	77.2	10–20	13.8	0–20	9.0

обработки почвы и, как следствие, с накоплением на поверхности почвы инфицированных растительных остатков, а также с ростом засоренности полей злаковыми сорняками — резерваторами возбудителей септориоза [15].

Анализ показал, что первые единичные очаги септориоза на нижних листьях восприимчивых сортов при передаче возбудителя с инфицированных растительных остатков отмечали в 2016 и 2017 гг. в 3-й декаде июня, в 2018 г., в связи с поздним посевом, в 1–2-й декаде июля. Причем сначала, как правило, появлялся вид *P. nodorum* (июнь—начало июля), затем вид *S. tritici* (конец июля—август).

По нашим наблюдениям, эпифитотии септориоза умеренной и значительной интенсивности начинались при выпадении от 76.0 до 111 мм осадков при температуре воздуха в среднем 16.7°C. Тем самым погодные условия в период эпифитотий отличались по сравнению с периодом sporadической заболеваемости увеличением количества осадков в среднем в 6.7 раза и понижением температуры воздуха в среднем на 2.5°C [16].

Видовой состав возбудителей септориоза. Видовой состав возбудителей септориоза был представлен *P. nodorum*, *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*, причем соотношение видов изменялось в зависимости от региона, сорта и в пределах органов растений (табл. 2). Показано, что на пике эпифитотий септориоза на инфицированных листьях присутствовали пикниды всех 3-х выявленных возбудителей септориоза, однако их соотношение в регионах существенно различалось. Например, по усредненным данным из 6-ти точек отбора образцов в Новосибирской обл., выявлено безусловное доминирование *P. nodorum*.

В 5-ти точках отбора Тюменской обл. ситуация существенно отличалась. В 2-х обследованных хозяйствах Упоровского р-на при доминировании *P. nodorum*, вторую позицию занял *S. avenae* f. sp. *tritici*, а не *S. tritici*, тогда как на листьях пшеницы в 3-й точке отбора того же района кроме *P. nodorum* других возбудителей выявлено не было. На листьях пшеницы в Исетском р-не Тюменской

обл. было выявлено доминирование на листьях *S. tritici*, причем в 3-х пунктах из 5-ти вид *S. avenae* f. sp. *tritici* вносил существенный вклад в патогенный комплекс возбудителей септориоза на яровой пшенице, чего не было отмечено в Новосибирской обл.

В Алтайском крае ситуация несколько отличалась. Доминирование *P. nodorum* было менее существенным, на 15.3% меньше по сравнению с Новосибирской обл. Также во всех учетных пунктах встречался *S. tritici*, но частота его встречаемости была в 2 раза больше, чем в Новосибирской обл.; *S. avenae* f. sp. *tritici* встречался в Алтайском крае в 11.3 раза чаще, чем в Новосибирской обл.

Таким образом, картирование позволило выявить существенные различия в соотношении видов возбудителей септориоза в регионах: в Новосибирской обл. было выявлено наиболее сильное доминирование *P. nodorum*, в Тюменской обл. доминирование *P. nodorum* не было безусловным и нарушалось в некоторых географических пунктах, виды *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici* имели более высокую представленность в патогенном комплексе септориоза. В Алтайском крае было выявлено доминирование *P. nodorum* во всех точках учета, но оно было менее существенным по сравнению с Новосибирской обл., сопровождалось повсеместной встречаемостью вида *S. tritici*. Вклад вида *S. avenae* f. sp. *tritici* в патогенный комплекс септориоза листьев в Алтайском крае в среднем был примерно равен его вкладу в Тюменской обл.

Показаны различия видовой состава возбудителей септориоза листьев на сортах коллекции ФИЦ ИЦиГ СО РАН Новосибирского р-на Новосибирской обл. (табл. 3). Основным возбудителем септориоза листьев и колоса на всех сортах был вид *P. nodorum*, который на 2-х сортах составил 100% патогенного комплекса. Средняя доля его присутствия на листьях исследованных сортов составила значительную величину — 88.9%. Второе место по распространению на листьях составили пикниды *S. tritici* — 10.4%, количество которых достигло максимальной величины 20% на

Таблица 3. Видовой состав возбудителей септориоза на яровой пшенице в фазе полной спелости, %

Сорт	<i>P. nodorum</i>	<i>S. tritici</i>	<i>S. avenae</i> f. sp. <i>tritici</i>
Алтайская степная	80.0	19.0	1.0
Алтайская 75	80.0	20.0	0
Алтайская 105	100	0	0
Новосибирская 15	85.0	10.0	5.0
Новосибирская 18	90.0	10.0	0
Кайыр (Казахстан)	85.0	15.0	0
Ke Zhuang (Китай)	90.0	10.0	0
К 65834 (Таджикистан)	90.0	10.0	0
Оренбургская 23	100	0	0
Среднее	88.9	10.4	0.7

Таблица 4. Видовой состав возбудителей септориоза в зависимости от органа растения пшеницы сорта Баганская 95, %

Орган растения	<i>P. nodorum</i>	<i>S. tritici</i>	<i>S. avenae</i> f. sp. <i>tritici</i>
Колос	100	0	0
Флаг-лист	100	0	0
Нижние листья	80.0	18.0	2.0
Среднее для растения	93.3	6.0	0.7

сорта Алтайская 105. Единичную распространенность показал вид *S. avenae* f. sp. *tritici*, он был выявлен только на 2-х сортах – Алтайской степной и Новосибирской 15.

Видовой состав возбудителей септориоза в зависимости от органов яровой пшеницы сорта Баганская 95 в фазе колошения в Краснозерском р-не Новосибирской обл. представлен в табл. 4. Показано, что возбудители имели органотропную специализацию. Например, *P. nodorum* доминировал на всех органах, но на нижних листьях он делил экологическую нишу с *S. Tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*, которые не встречались ни на флаг-листьях, ни на колосе растений.

Оценка устойчивости сортов к септориозу листьев и колоса. Иммунологическая оценка сортов яровой пшеницы показала полное отсутствие форм растений, иммунных к возбудителям септориоза. В период вегетации относительно засушливого 2016 г. был проведен мониторинг септориоза листьев и колоса на 19 сортах яровой пшеницы. Максимальное развитие септориоза на флаг-листе (50–70%) в фазе молочной спелости выявлено на сортах Новосибирская 89, Новосибирская 29, Алтайская 105, Памяти Афродиты, Ка-

захстанская 10, Ирень. Наименее пораженными (15–20%) в 2016 г. были листья сортов Новосибирская 31 и Мелодия.

Развитие септориоза колоса было максимальным (50–70%) на сортах Ирень, Икар, Памяти Афродиты, Новосибирская 15, Новосибирская 18. Меньше всего были поражены септориозом колосья сортов Лютесценс 70, Мелодия, Казахстанская 10. Коэффициент корреляции развития септориоза листьев и колоса составил $r = 0.41 \pm 0.28$. Таким образом, даже в год умеренного развития болезни практически все сорта требовали оперативной защиты листьев и колоса от заболевания.

Наблюдения за первичными очагами септориоза на селекционном участке ИЦИГ СО РАН показали, что при посеве сортов яровой пшеницы в последнюю декаду мая первые симптомы септориоза были отмечены на злаковых травах – мятлике луговом, еже сборной, у которых 5 июля на подфлаговом листе развитие септориоза составило в среднем 60%. На эту дату на растениях озимой пшеницы были отмечены симптомы септориоза (в среднем 10%) на 2-м и 3-м листе сверху, на растениях яровой пшеницы признаки септориоза были отмечены на нижних листьях и достигли 3%. Все названные источники воспроизводства инфекции находились в непосредственной близости друг к другу. Данные учетов развития болезни в фазы вегетации и по годам представлены в табл. 5. Сравнительный фитопатологический анализ коллекции из 23 сортов яровой пшеницы показал, что колосья восприимчивых сортов в фазе начала налива зерна уже были поражены септориозом. К наиболее восприимчивым отнесены все исследованные сорта Новосибирской селекции, у которых колос был поражен даже сильнее листьев. Это создало предпосылку для передачи возбудителя *P. nodorum* с семенами и раннего начала эпифитотии болезни. 11 из 23 сортов (47.8%) в фазе начала налива зерна не имели признаков поражения колоса. Лучшее фитосанитарное состояние всех учетных органов растений в данной фазе развития показали сорта Оренбургская 23 (Оренбургская обл.) и Тюменочка (Тюменская обл.), которые имели незначительное поражение флагового листа при полностью здоровых колосьях. Остальные сорта имели удовлетворительное фитосанитарное состояние – полное отмирание подфлаговых листьев, умеренное (ниже экономического порога вредоносности – ЭПВ) поражение флаговых листьев, здоровые или спорадически пораженные колосья.

В фазе молочной спелости распространенность септориоза достигла 100% на всех без исключения сортах. Относительную устойчивость к

Таблица 5. Развитие септориоза на растениях сортов яровой пшеницы в фазе начала налива по годам, %

Происхождение сорта	Сорт	2017 г.			2018 г.		
		флаговый лист, lim	подфлаговый лист	колос	флаговый лист, lim	подфлаговый лист	колос
Россия							
Новосибирская обл.	Новосибирская 15	10.0	20.0	5.0	1	30	30
	Новосибирская 31	10.0	20.0	0	1	15	20
	Сибирская 17	1.0	15.0	1.0	0	30	20
	Обская 2	1.0	15.0	0	1	20	20
Оренбургская обл.	Оренбургская 23	15.0	30.0	0	1	20	0
Кировская обл.	Вятчанка	5.0	10.0	1.0	1	80	0
Тюменская обл.	Тюменочка	5.0	40.0	0	5	40	0
Курганская обл.	Ария	20.0	40.0	1.0	5	80	0
	Фора	20.0	60.0	1.0	5	20	10
	Зауралочка	5.0	20.0	0	5	80	0
Зарубежные страны							
Канада	NIL Thatcher Lr13	0	5.0	1.0	15	40	1
	NIL Thatcher Lr2c	0	20.0	1.0	5	40	0
Китай	Long Chun 7 Нao	5.0	20.0	1.0	5	80	1
	Ke Zhuang	0	5.0	0	5	60	5
США	UI Alta Blanca	20.0	40.0	1.0	5	60	5
	UI Pettit	15.0	40.0	5.0	5	60	0
Казахстан	Кайыр	10	5.0	1.0	5	40	0
	Достык	5.0	10.0	1.0	5	40	0
Швейцария	Quarna	0	10.0	1.0	1	40	1
Сирия	Mayon 1	20.0	40.0	1.0	1	20	0
Германия	КВС Аквилон	0	15.0	1.0	10	40	1
Таджикистан	K65835	20.0	60.0	10.0	5	40	1
	K65834	40.0	80.0	10.0	10	60	0

септориозу листьев показали сорта Новосибирской селекции: Новосибирская 31, Сибирская 17, Обская 2 при сильном развитии септориоза колоса. Относительную устойчивость к септориозу колоса показали отечественные сорта Тюменочка, Зауралочка, а также зарубежные сорта NIL Thatcher Lr2c из Канады, UI Pettit из США, Казахстанские сорта Кайыр и Достык, а также сорт КВС Аквилон из Германии. Комплексную пониженную восприимчивость показали сорта Оренбургская 23, Вятчанка, также сорт Long Chun 7 Нao из Китая. Они имели умеренную, на уровне ЭПВ, пораженность и листьев, и колоса.

Итак, в результате иммунологической оценки коллекции сортов яровой пшеницы полностью иммунных к септориозу форм выявлено не было. Установлено дифференцированное проявление признаков устойчивости к септориозу листьев и

колоса: часть сортов (Новосибирская 31, Сибирская 17, Обская 2) показали устойчивость к септориозу листьев при сильном поражении колоса, другие (Тюменочка, Зауралочка, NIL Thatcher Lr2c, UI Pettit, Кайыр, Достык, КВС Аквилон), напротив, были устойчивыми к септориозу колоса при сильном поражении листового аппарата. Комплексную пониженную восприимчивость показали сорта Оренбургская 23, Вятчанка, также сорт Long Chun 7 Нao, сочетающие оба положительных признака.

Оценка эффективности фунгицидов. В благоприятные для развития возбудителей годы, когда возникает опасность возникновения широкомаштабных эпифитотий, актуальным становится применение фунгицидов согласно “Каталогу пестицидов, разрешенных к применению” [1, 8, 10]. Эксперименты свидетельствовали о том, что

Таблица 6. Эффективность фунгицидов в контроле септориоза на сорте Баганская 95 в ООО “Рубин” Краснозерского р-на Новосибирской обл.

Вариант	Биологическая эффективность, %	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен, шт./колос	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, ц/га	Хозяйственная эффективность, %
Контроль	—	352	24.2	28.1	23.9	—
Альто Супер (пропиконазол + ципроконазол), 0.5 л/га	78	392	28.3	39.8	45.9	92.1
Абакус (пираклостробин + эпоксиконазол), 1.5 л/га	84	410	32.7	43.4	54.0	126
<i>HCP</i> ₀₅		23	3.6	1.1	6.3	

Таблица 7. Биологическая эффективность фунгицида амистар Экстра (1 л/га) против септориоза на сортах яровой пшеницы в ЗАО “Новомайское”

Сорт (репродукция)	Площадь обработки, га	Развитие септориоза на момент обработки	Биологическая эффективность
		%	
Новосибирская 18 (элита)	719	16.1	75.0
Новосибирская 31 (1)	712	28.8	55.7
Новосибирская 31 (2)	153	32.5	49.2
Баганская 95 (1)	522	30.1	68.2
Омская 36 (1)	774	23.8	78.1
	Всего: 2358	<i>HCP</i> ₀₅ = 4.8	Среднее: 65.2

фунгицидные обработки экономически оправданы только при умеренных и сильных эпифитотиях септориоза и других листостеблевых инфекций. При развитии септориоза ниже ЭПВ применение фунгицидов ведет к неоправданному удорожанию продукции при неблагоприятных экологических последствиях, и даже высокая биологическая эффективность препаратов не обеспечивает экономической эффективности обработок при низком (до 16%) уровне развития септориоза. При достижении септориозом уровня умеренных эпифитотий (41–43%) сохраненная урожайность от применения фунгицидов достигала 0.41–0.48 т/га, что приводило к увеличению прибыли в среднем на 10.7%. При сильных эпифитотиях фунгициды обеспечивали еще более высокую урожайность, а прибыль возрастала на 12.2% [16].

Показано (табл. 6), что применение фунгицидов в 2016 г. в ООО “Рубин” Краснозерского р-на Новосибирской обл. обеспечило примерно равную биологическую и хозяйственную эффективность. Хозяйственная эффективность в условиях

эпифитотии септориоза составила 92.1–126%, что свидетельствовало о крайней необходимости и экономической обоснованности применения фунгицидов в условиях технологии прямого посева.

Результаты оценки пораженности сортов яровой пшеницы септориозом и эффективности применения препарата амистар Экстра (азоксистробин + ципроконазол) с нормой расхода 1.0 л/га в ЗАО “Новомайское” Краснозерского р-на Новосибирской обл. в 2017 г. представлены в табл. 7. Показано, что наиболее пораженными септориозом в хозяйстве были сорта Баганская 95 и Новосибирская 31, наименее пораженным – сорт Новосибирская 18. Порог вредности (ЭПВ = 15%) септориоза к моменту обработки был превышен для всех сортов в 1.5–2.0 раза. Оперативная защита от септориоза была обоснована для всех сортов и полей.

Фунгицид способствовал уменьшению распространения септориоза на сортах яровой пшеницы, средняя биологическая эффективность была умеренной. Эффективность препарата амистар Экстра в агроценозах сорта Новосибирская

Таблица 8. Биологическая эффективность фунгицида амистар Экстра в контроле септориоза листьев пшеницы сорта Омская 36, %

Предшественник	Вариант	Подфлаговый лист	Флаговый лист	Среднее
Пар	Контроль	68.0	32.0	50.0
	Фунгицид	10.0	4.0	7.0
	Биологическая эффективность	85.3	87.5	86.0
Пшеница	Контроль	64.0	27.0	45.5
	Фунгицид	9.0	1.0	5.0
	Биологическая эффективность	85.9	96.3	89.0

HSP_{05} частных средних развития септориоза = 6.9

Таблица 9. Влияние фунгицида амистар Экстра на урожайность яровой пшеницы Омская 36 и качество зерна

Предшественник	Вариант	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Клейковина, %
Пар	Контроль	21.7	36.8	776	28
	Фунгицид	27.6	39.8	816	30
		Эффективность фунгицида, %			
		27.2	8.2	5.2	7.1
Пшеница	Контроль	12.2	31.6	754	26
	Фунгицид	14.7	34.6	788	30
		Эффективность фунгицида, %			
		20.5	9.5	4,5	15.4
Сила влияния фактора, %					
предшественник		84.3**	74.9**	24.1*	0
фунгицид		11.7*	24.9*	58.1**	1.4

* Уровень значимости 5%.

** Уровень значимости 1%.

31 была самой низкой, поскольку сроки обработки были несколько упущены, и развитие болезни на момент принятия решения уже превысило ЭПВ в 2 раза. В таких условиях препарат не мог восстановить поврежденные ткани, и существенная часть площади листьев осталась некротизированной, что снизило эффективность применения фунгицида. Коэффициент корреляции развития септориоза на момент обработки и биологической эффективности фунгицида был отрицательным и составил $r = -0.753 \pm 0.159$, что свидетельствовало о необходимости своевременной обработки посевов от септориоза при первых симптомах его проявления.

Фактическая урожайность в хозяйстве менялась в пределах от 14 до 30 ц/га. Наименьшая урожайность была у сорта Новосибирская 31 (2-я репродукция), наибольшая – у сортов Новосибирская 18 и Новосибирская 31 (1-я репродукция). Коэффициент корреляции биологической эф-

фективности фунгицида и урожайности составил $r = 0.75 \pm 0.21$, что свидетельствовало об экономической оправданности фунгицидной обработки.

Данные (табл. 8), полученные в ЗАО “Запрудихинское” Краснозерского р-на Новосибирской обл. свидетельствовали, что развитие болезни в контрольных вариантах превышало ЭПВ до 4.5 раза, что соответствовало уровню сильной эпифитотии. Применение фунгицидов позволило снизить развитие болезни на обоих ярусах листьев ниже ЭПВ. Биологическая эффективность фунгицида была высокой и составила 85.3–96.3%, была несколько больше на флаговых листьях по сравнению с подфлаговыми. Существенных различий в развитии септориоза и эффективности фунгицида в зависимости от предшественника не отмечено.

Применение фунгицида обеспечило сохранение урожайности пшеницы и повысило качество зерна яровой пшеницы сорта Омская 36 (табл. 9).

Показано, что в результате применения фунгицида амистар Экстра сохраненная урожайность зерна пшеницы составила после пара 27.2%, после пшеницы – 20.5%. Урожайность зерна после пара была в 2 раза больше по сравнению с повторным возделыванием пшеницы. Фунгицид обеспечил рост массы 1000 зерен на 8.2 и 9.5% после пара и после пшеницы соответственно, натуре зерна – на 5.2 и 4.5%, клейковины – на 7.1 и 15.4%. Влияние фунгицидной обработки на урожайность и натуре зерна было статистически значимым. Таким образом, своевременная, при первых симптомах болезни обработка посева против септориоза обеспечивала высокую биологическую и хозяйственную эффективность, повышала качество зерна.

ВЫВОДЫ

1. Септориоз листьев и колоса яровой пшеницы имеет широкое распространение в Западной Сибири и Зауралье, вызывая снижение урожайности до 50% и более при ухудшении качества зерна. Видовой состав возбудителей септориоза представлен *P. nodorum*, *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*, причем соотношение видов изменяется в зависимости от региона, сорта и в пределах органов растений: в Новосибирской обл. было выявлено наиболее сильное доминирование *P. nodorum*, в Тюменской обл. доминирование *P. nodorum* не было безусловным и нарушалось в некоторых географических пунктах присутствием и доминированием видов *S. tritici* и *S. avenae* f. sp. *tritici*. В Алтайском крае доминирование *P. nodorum* было выявлено во всех точках учета, но оно было менее существенным по сравнению с Новосибирской обл. и сопровождалось повсеместной встречаемостью вида *S. tritici*.

2. Иммунологическая оценка коллекции 23 сортов яровой пшеницы разного происхождения не позволила выявить иммунных к септориозу форм. Установлено дифференцированное проявление признаков устойчивости к септориозу листьев и колоса; сорта Оренбургская 23, Вятчанка, также сорт Long Chun 7 Нао из Китая сочетали пониженную восприимчивость к септориозу листьев и колоса.

3. Эффективность фунгицидов зависела от развития септориоза в момент их применения ($r = -0.75 \pm 0.16$) и была максимальной при первых симптомах болезни. Своевременные фунгицидные обработки на фоне эпифитотийного (2–4 ЭПВ) развития септориоза листьев показали высокую (78.0–96.3%) биологическую эффективность, обеспечив увеличение урожайности яровой пше-

ницы до 2.3 раза при одновременном улучшении хлебопекарных качеств зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова Л.Н., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М., Санин С.С. Эпидемиологическая ситуация по септориозу на пшенице в 2001–2009 годах // Защита и карантин растений. 2010. № 10. С. 18–20.
2. Eyal Z. The *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* blotch diseases of wheat // Euro. J. Plant Pathol. 1999. Т. 105. № 7. Р. 629–641.
3. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотологические основы систем защиты растений // Под ред. Чулкиной В.А. Новосибирск, 2002. 579 с.
4. Пахолкова Е.В. Септориоз зерновых культур в различных регионах Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вольские Вязымы, 2003. 21 с.
5. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Селюк М.П., Орлова Е.А. Мониторинг и контроль септориоза пшеницы в Сибири // АПК России. 2016. Т. 23. № 5. С. 961–968.
6. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Селюк М.П. Мониторинг септориоза яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Достиж. науки и техн. АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 33–35.
7. Торопова Е.Ю., Захаров А.Ф. Предпосевная подготовка семян яровой пшеницы в условиях ресурсосберегающих технологий // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 28–32.
8. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / Под ред. Соколова М.С., Чулкиной В.А. М.: Колос, 2009. 670 с.
9. Коломиец Т.М., Панкратова Л.Ф., Пахолкова Е.В. Сорта пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции Grin (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу // Сел.-хоз. биол. 2017. Т. 52. № 3. С. 561–569.
10. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И. Эффективность и экологическая безопасность современных фунгицидов для защиты зерновых культур // Агрехимия. 2013. № 12. С. 28–33.
11. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Кириченко А.А., Мармулева Е.Ю., Гришин В.М., Казакова О.А., Селюк М.П. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / Под ред. Тороповой Е.Ю. Барнаул, 2017. 210 с.
12. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. 222 с.
13. Санин С.С., Корнева Л.Г., Поляков Т.М. Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 33–36.

14. Павлюшин В.А. Угроза возникновения эпифитотий грибных заболеваний на зерновых культурах в Российской Федерации // АгроСнабФорум. 2017. № 4(152). С. 59–61.
15. Торопова Е.Ю., Чулкина В.А., Стецов Г.Я. Влияние способов обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов // Защита и карантин растений. 2010. № 1. С. 26–27.
16. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. Новосибирск, 2005. 272 с.

Role of Varieties and Fungicides in the Control of Spring Wheat Septoriosis

E. Yu. Toropova^{a,b,#}, O. A. Kazakova^{a,b},
V. V. Piskarev^c, I. N. Porsev^d, and Yu. A. Hristov^c

^a Novosibirsk State Agrarian University
ul. Dobrolyubova 160, Novosibirsk 630039, Russia

^b All-Russian Research Institute of Phytopathology
ul. Institute, vlad. 5, Moscow region, Odintsovo district, r.p. Bolshye Vyazemy 143050, Russia

^c Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian branch of RAS
prosp. Akademika Lavrentyeva 10, Novosibirsk 630090, Russia

^d T. S. Maltsev Kurgan Agricultural Academy
Kurgan region, Ketovsky district, s. Lesnikovo 641300, Russia

#E-mail: 89139148962@yandex.ru

The aim of the work was to clarify the *Septoria* causative agents species composition on leaves and spike and to evaluate the fungicides and spring wheat varieties effectiveness in the disease controlling in the Western Siberia forest-steppe zone. Studies were carried out in 2016–2018 according to generally accepted methods. Spring wheat leaves and ears *Septoria* disease is widespread in Western Siberia and the Trans-Urals, causing a decrease in yield by up to 50% or more with the deterioration in the grain quality. The *Septoria* disease causative agents specific composition is represented by *Parastagonospora nodorum*, *Septoria tritici* and *S. avenae* f. sp. *tritici*, and the species ratio varied by region, variety and within plant organs: in the Novosibirsk region the strongest *P. nodorum* domination was revealed, in the Tyumen region *P. nodorum* dominance was not absolute and was disturbed in some geographical points by *S. tritici* and *S. avenae* f. sp. *tritici*. In the Altai territory, the *P. nodorum* dominance was revealed at all points, but it was less significant compared to the Novosibirsk region and was accompanied by the widespread occurrence of *S. tritici*. The immunological assessment of spring wheat 23 varieties collection from different origin did not allow identification of samples immune to *Septoria*. A differentiated manifestation of resistance signs to leaves and ear *Septoria* disease has been established. The complex revealed resistance some varieties (Orenburg 23, Vyatchanka, also Long Chun 7 Hao from China) have shown, they combined reduced susceptibility to *Septoria* disease of the leaves and ear. The fungicides effectiveness depended on the *Septoria* level development at the time of use ($r = -0.75 \pm 0.16$) and was maximal at the first disease symptoms moment. The fungicidal treatments, made “just in time” against *Septoria* leaf spot in the epiphytotic condition (2–4 economic threshold) showed high (78.0–96.3%) biological efficiency, ensuring spring wheat yield increase up to 2/3 times while improving the baking grain qualities.

Key words: varieties, fungicides, control of septoriosis, spring wheat.