

## УСТОЙЧИВОСТЬ К СЕПТОРИОЗУ РАЙОНИРОВАННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

### Resistance to septoriosiis of zoned and promising varieties and lines of spring soft wheat for the Ural region

**Пахолкова Е. В.**, кандидат биологических наук,  
**Сальникова Н. Н.**, кандидат биологических наук,  
**Коломиец Т. М.**, кандидат биологических наук,  
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии  
(Московская область, р.п. Большие Вязёмы)

#### Аннотация

В статье представлены результаты 3-х-летних испытаний 18 сортов и линий яровой мягкой пшеницы, районированных и перспективных для Уральского региона, на устойчивость к септориозу в полевом питомнике ВНИИФ на искусственном инфекционном фоне. По степени поражения флага-листа и колоса большинство образцов были отнесены в группу восприимчивых. Три образца (Силач, Силантий, Лютесценс ШТ-335) характеризовались относительно низкой пораженностью флага-листа и колоса, а также обладали замедленным развитием болезни на колосе.

**Ключевые слова:** пшеница, септориоз, сорта, степень поражения, устойчивость.

#### Summary

The article presents the results of 3-year tests of 18 varieties and lines of spring soft wheat, zoned and promising for the Ural region, for resistance to septoriosiis in the VNIIF field nursery on an artificial infectious background. According to the degree of damage to the flag list and spike, most of the samples were classified as susceptible. Three samples (Silach, Silantius, Lutescens ShT-335) were characterized by relatively low lesions of the flag list and spike, and also had a delayed development of the disease on the spike.

**Keywords:** wheat, septoriosiis, varieties, degree of damage, resistance.

**Введение.** Самым эффективным методом борьбы с грибными болезнями является селекция устойчивых сортов. Это позволяет снизить пестицидную нагрузку на агроценозы, загрязнение окружающей среды их токсическими остатками и получать экологически чистую продукцию с более низкой себестоимостью [1]. Для Уральского региона создание таких сортов является одной из приоритетных задач современного агропроизводства. В последние годы для данной зоны выведено значительное число новых сортов, устойчивых к аэрогенным инфекциям, таким как бурая ржавчина и мучнистая роса [2, 3, 4]. Однако есть заболевания, бороться с которыми методом селекции довольно сложно. Одним из них является септориоз, который входит в комплекс наиболее распространенных и вредоносных болезней яровой пшеницы во всех зонах ее возделывания. В Уральском регионе заболевание проявляется в зонах достаточного увлажнения; эпифитотии отмечаются 2 раза за 10 лет, потери урожая составляют 10-20% [5]. В последние годы внедрение ресурсосберегающих технологий ведения сельского хозяйства, снижение интенсивности обработки почвы привело к накоплению на ее поверхности инфицированных растительных остатков, служащих основным источником заболевания, что способствовало нарастанию развития септориоза. Основным возбудителем септориоза на Урале является вид *Parastagonospora nodorum*, но встречаются и другие виды, такие как *Zymoseptoria tritici* и *Septoria graminum* [2, 6].

Трудность выведения устойчивых к септориозу сортов обусловлена наличием в патосистеме «хозяин-патоген» двух типов взаимодействия. Устойчивость к септориозу может быть как количественной (горизонтальной), так и изолят-специфичной (вертикальной). В отношении вида *P. nodorum* долгое время считалось, что резистентность пшеницы является только количественной и обусловлена множеством генов с аддитивным эффектом. Большой селекционный интерес в отношении *Z. tritici* представляет наличие *Stb-*

генов устойчивости, однако, в полевых условиях резистентность к STB обычно проявляется как количественный признак, контролируемый олиго- или полигенной системой [7]. Наиболее длительную защиту от септориоза способны обеспечить сорта с частичной устойчивостью, характеризующиеся замедленным развитием болезни в полевых условиях.

Большое значение для достоверного отбора устойчивых образцов имеет выбор параметров оценки устойчивости. Чаще всего исследователи используют степень поражения растений, которая определяется как площадь листьев, занятых септориозными пятнами, и имеет наивысшую корреляцию с потерями урожая [8, 9]. Для выявления частичной устойчивости используют такие параметры, как инкубационный и латентный период, площадь под кривой развития болезни, размер инфекционных пятен и др. Следует учитывать и то, что система «хозяин-патоген» очень реагирует на окружающие условия, которые могут маскировать реальные различия между сортами. В связи с этим наиболее полную всестороннюю характеристику сортов на устойчивость к болезни могут дать их многолетние испытания, либо испытание в контролируемых условиях на искусственном инфекционном фоне.

Во ВНИИ фитопатологии ежегодно ведутся иммунологические исследования на устойчивость к септориозу сортов пшеницы из разных мировых генетических коллекций. Оценка проводится в полевом питомнике на искусственном инфекционном фоне, что позволяет с высокой достоверностью охарактеризовать степень устойчивости сорта. В течение 2020-2022 года такие исследования велись в отношении 18 сортов яровой мягкой пшеницы, районированных или перспективных для Уральского, по программе челночной селекции (КАСИБ), которая стала связующим звеном между научными учреждениями Казахстана, Западной Сибири и СИММИТ. Основными параметрами оценки были максимальная степень поражения флагового листа и колоса, а также определяемый площадью под кривой развития болезни (ПКРБ) индекс устойчивости (ИУ) сорта, характеризующий характер устойчивости.

**Цель исследований** - характеристика районированных и перспективных в Уральском регионе сортов яровой пшеницы по устойчивости к септориозу с последующим их использованием в селекции в качестве источников устойчивости к данному заболеванию.

**Материалы и методы.** Работы выполнялись на опытных полях ВНИИ фитопатологии. Посев семян осуществляли в рядки длиной 1 погонный метр по 50-70 семян анализируемого сорта в каждый рядок. Ширина междурядий – 30 см. Контролем служил универсально восприимчивый сорт яровой пшеницы Злата. Для создания искусственного инфекционного фона использовали высокопатогенные штаммы *P. nodorum* и *Z. tritici* из Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов ВНИИФ. Инокулюм *P. nodorum* нарабатывали методом твердофазного культивирования в колбах на перловой крупе. Биоматериал для инокуляции *Z. tritici* выращивали на картофельно-глюкозном агаре (КГА) в чашках Петри [10].

В 2020 и 2022 годах сорта испытывали при совместном заражении двумя видами возбудителей септориоза *P. nodorum* и *Z. tritici*, в 2021 году - отдельно к каждому виду гриба. Инокуляцию проводили в наиболее уязвимые фазы вегетации пшеницы: в фазу трубкования - изолятами гриба *Z. tritici*, в фазу колошения - *P. nodorum*. Инокулюм равномерно наносили на растения с помощью пульверизатора в безветренную погоду в вечернее время. Концентрация споровой суспензии составляла  $1 \times 10^7$  спор/мл для *Z. tritici* и  $1 \times 10^6$  спор/мл для *P. nodorum*. Объем суспензии для инокуляции - из расчета 100 мл/м<sup>2</sup> посевов. Перед инокуляцией в суспензию добавляли поверхностно-активное вещество Твин-20.

Растения оценивали визуально по проценту пораженной поверхности флагового листа и колоса. По максимальной интенсивности развития болезни тип реакции растений классифицировали как: высоко устойчивый (степень поражения 0-5%), устойчивый (6-15%), умеренно-восприимчивый (16-40%), восприимчивый (41-65%), высоко восприимчивый (66-100%) [11].

Для выявления сортов с частичной устойчивостью к септориозу, учеты проводили с интервалом 6-7 дней. На основании площади под кривой развития болезни определяли индекс устойчивости сорта: 
$$\text{ИУ} = \frac{\text{ПКРБ изучаемого сорта}}{\text{ПКРБ контрольного}}$$

восприимчивого сорта [12]. По этому показателю сорта условно разделяли на 4 группы: с высоким (ИУ=0,10-0,35), средним (ИУ=0,36-0,65), низким (ИУ=0,66-0,80) индексом устойчивости и высокой восприимчивостью (ИУ>0,81). Высокий ИУ характеризовал замедленное развитие болезни. В данных исследованиях учитывали ИУ на колосе.

**Результаты исследования.** В исследованиях участвовали 10 сортов, включенных или переданных для включения в Государственный реестр селекционных достижений по Уральскому региону, и 8 перспективных для районирования в данном регионе образцов яровой пшеницы (таблица 1).

Таблица 1

**Характеристика участвующих в испытаниях на устойчивость к септориозу сортов и линий яровой пшеницы, районированных и перспективных для Уральского региона**

№	Сорт/линия	Год включения в Госреестр по Уральскому региону	Родословная	Оригинатор
1	Терция	1995	АНК-2 / АНК-3 // АНК-1 / 3 / АНК-7А (аналоги сорта Новосибирская 67)	Курганский НИИСХ, Омский ГАУ, ИЦиГ СО РАН (г. Новосибирск).
2	Саратовская 29	1957	Альбидум-24 х Лютесценс 55/11	НИИСХ Юго-Востока
3	Силантий	2022	Lut30-94*2/3/ T.dicocconPI94625 / Ae.squarrosa (372) //3*Pastor	Омский ГАУ
4	ГАУ 21-2018	перспективный	(Лют. 950, Алт.530 × Лют. 296) × Омская 24	ГАУ Северного Зауралья
5	ГАУ 6-2018	перспективный	Lut 196.94.6*2 /4/ T.dicoccon PI225332 / Ae.squarrosa (895) // WBLLI/3/*WBLLI	ГАУ Северного Зауралья
6	Эритроспермум25787	перспективный	11СПЧС № 73	Челябинский НИИСХ
7	Челяба 80	2018*	(Кукушка№ 210 × Россиянка) × Новосибирская15	Челябинский НИИСХ
8	Ильменская 2	2019*	Челяба 75 × (Челяба 2 × Фори 7)	Челябинский НИИСХ
9	Силач	2020	Лют. 210/99-10 × Эр. 23090	Челябинский НИИСХ
10	Оренбургская 22	2014	F10[F11 (Саратовская 29 × Альбидум 18)	Оренбургский НИИСХ
11	Оренбургская 23	2017	F2м (Л-1155 × Прохоровка)	Оренбургский НИИСХ
12	Оренбургская юбилейная	2020	F7 (Альбидум 188 × Лютесценс 13)	Оренбургский НИИСХ
13	Лютесценс ТР-64	перспективный	Чебаркульская / Дуэт	Курганский НИИСХ
14	Лютесценс ШТ-335	перспективный	И.о. СПЧС 12№44	Курганский НИИСХ
15	Омская 35	2004	Омская 29 х Омская 30	НПА «Кургансемена»
16	KS 115/09-1	перспективный	Фитон 25 / Омская 38	НПА «Кургансемена»
17	KS 161/08-2р	перспективный	Салават Юлаев / Омская 38	НПА «Кургансемена»
18	KS 111/09-2	перспективный	Радуга / Салават Юлаев	НПА «Кургансемена»

\* - год передачи сорта в Госреестр по Уральскому региону

Погодные условия вегетационных сезонов складывались по-разному для развития септориоза. В 2020 и 2022 годах показатели температуры и влажности в целом благоприятствовали закреплению и распространению инфекции на растениях после инокуляции. Вегетационный сезон 2021 года был более жаркими и засушливым, однако инфекция присутствовала на растениях в довольно большом количестве. При проведении учетов за максимальную степень поражения флаговых листьев было принято считать их

пораженность в ф.72, когда они еще работали на формирование урожая. В дальнейшем, как правило, происходило их усыхание и отмирание. Максимальная пораженность колоса учитывалась в ф. 75. Варьирование этих показателей по сортам наблюдалось в диапазоне 10-90% и 10-80% соответственно. В 2021 году при отдельной инокуляции степень поражения растений возбудителем *P. nodorum* была заметно сильнее, чем *Z. tritici*, который требует повышенной влажности. В варианте с *P. nodorum* пораженность флаговых листьев и колоса составляла от 10-20 до 50%, тогда как в варианте с *Z. tritici* – от 5 до 20%.

Иммунных к септориозу, либо обладающих высоким уровнем устойчивости образцов обнаружено не было. Наименьшей пораженностью на фоне остальных отличались три образца: Силач, Силантий и Лютесценс ШТ-335. У сорта Силач степень поражения флаговых листьев составляла от 10 до 30%, пораженность колоса не превышала 25%. Неплохим по устойчивости к септориозу показал себя новый для Уральского региона сорт Силантий, пораженность флаг-листьев которого была в диапазоне 15-30%, колоса – 20-30%. У перспективного образца Лютесценс ШТ-335 максимальная пораженность флаговых листьев на протяжении всего периода исследований не превышала 20%, пораженность колоса варьировала от 20 до 30%, У всех этих образцов индекс устойчивости соответствовал замедленному развитию болезни во все годы испытаний (ИУ = 0,1-0,33). К умеренно восприимчивым можно отнести образцы ГАУ 21-2018, ГАУ 6-2018, Эритроспермум 25787, Челябинка 80, Терция. В сильной степени септориозом поражались образцы Ильменская 2, Оренбургская 22, Оренбургская 23, Оренбургская юбилейная, Саратовская 29, Лютесценс ТР-64, Омская 35, KS 115/09-1, KS 161/08-2р, KS 111/09-2 (таблица 2).

Таблица 2

**Пораженность септориозом сортов и линий яровой пшеницы, районированных и перспективных для Уральского региона в инфекционном питомнике ВНИИФ (2020-2022 гг)**

№	Образец	Тип реакции						ИУ по колосу		
		2020 г		2021 г*		2022 г		2020	2021*	2022
		ФЛ	К	ФЛ	К	ФЛ	К			
1	ГАУ 21-2018	20	15	30	30	30	30	0,11	0,47	0,45
2	ГАУ 6-2018	30	25	20	30	30	40	0,31	0,47	0,58
3	Эритросп. 25787	20	20	30	40	40	5	0,2	0,52	0,07
4	Челябка 80	40	50	50	30	50	30	0,55	0,47	0,53
5	Ильменская 2	80	60	50	30	70	60	0,85	0,47	1,41
6	Силач	20	10	10	20	30	20	0,1	0,28	0,25
7	Оренбургская 22	80	80	20	30	70	80	1,14	0,56	1,43
8	Оренбургская 23	90	60	50	30	70	70	0,59	0,63	1,62
9	Оренбургская юб.	70	70	50	30	50	70	0,98	0,42	1,35
10	Терция	20	20	20	30	20	40	0,17	0,3	0,41
11	Саратовская 29	70	50	50	30	50	60	0,57	0,39	0,91
12	Силантий	30	20	20	30	15	20	0,23	0,28	0,24
13	Лютесценс ТР-64	50	70	20	30	40	50	0,69	0,47	1,01
14	Лютесценс ШТ-335	10	30	10	20	20	20	0,33	0,28	0,25
15	Омская 35	40	50	50	30	60	60	0,51	0,47	0,94
16	KS 115/09-1	70	50	20	40	40	30	0,55	0,62	0,56
17	KS 161/08-2р	70	70	50	30	60	60	0,88	0,47	1,3
18	KS 111/09-2	20	70	30	50	20	20	0,44	0,54	0,3

\* для *P. nodorum*

**Выводы.** При испытании на жестком искусственном инфекционном фоне сортообразцов яровой мягкой пшеницы, предназначенных для Уральского региона, выявлена их высокая восприимчивость к септориозу. Из 18 испытанных отобраны только три образца, отличающиеся относительно низкой пораженностью и обладающие замедленным развитием

заболевания: Силач, Силантий, Лютесценс ШТ-335. Эти образцы рекомендуется рассматривать в качестве исходного материала для использования в селекционных программах по созданию устойчивых к септориозу сортов в условиях данного региона.

#### **Библиографический список**

1. Койшибаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: Методические указания. ФАО-СЕК. Анкара. – 2014. – 64 с.
2. Тимошенкова Т.А. Устойчивость сортов яровой пшеницы к основным болезням зерновых культур в степи Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015.- №5. – С. 42-45.
3. Мухитов Л.А., Тимошенкова Т.А. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Оренбургская 23 для степной зоны Оренбургского Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017.- №5. – С. 33-36.
4. Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Бондаренко Н.П., Кушниренко И.Ю., Гуляева Е.И. Актуальные задачи и результаты селекции мягкой яровой пшеницы на Южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020.- №1. – С. 38-42.
5. Санин С.С., Назарова Л.Н., Соколова Е.А., Ибрагимов Т.З. Здоровье зернового поля // Защита и карантин растений. – 1999. – №2. – С. 28-31.
6. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю. Защита зерновых культур от болезней. Монография // Куртамыш. – 2017. - 172 с.
7. Yang N., McDonald M.C., Solomon P.S., Milgate A.W. Genetic mapping of Stb19, a new resistance gene to *Zymoseptoria tritici* in wheat // Theoretical and Applied Genetics. – 2018. – No 131. – P. 2765-2773. Doi: 10.1007/s00122-018-3189-0
8. Nelson J.R., Holmes M.R., Cunfer B.M. Multiple regression accounting for wheat yield reduction by *Septoria nodorum* and other pathogens // Phytopathology. – 1976. - V. 66. - № 12. - S. 1375-1379.
9. Tvaruzek L., Klem K. Assessment of *Stg*, *nodorum* Berk, disease severity in winter wheat after inoculation // Ochr. rostl. – 1994. – 30. - №4. – S. 245-250.
10. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу. Методические рекомендации. - М.: Печатный город. – 2017. - 56 с.
11. Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases // Plant Disease Reporter. – 1975. – 59, 5. – P. 377-380.
12. Макаров А.А., Стрижекозин Ю.А., Соломатин Д.А., Демичева Т.А., Кухтина А.В. В сборнике: Иммуниетет сельскохозяйственных культур к возбудителям грибных болезней. Москва, 1991: 105-110