

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
PUCCINIA DISPERSA ERIKS. И PUCCINIA GRAMINIS PERS. НА ПОСЕВАХ
ОЗИМОЙ РЖИ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Щеклеина Л.М., Шешегова Т.К.

Реферат. Статья посвящена анализу результатов селекции озимой ржи в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока за более чем полувековой период исследований. Проанализирована динамика степени поражения бурой и стеблевой ржавчиной и иммунный статус у 9 сортов, созданных в институте в разные периоды (Вятка 2, районирован в 1950 г.; Дымка, 1993 г.; Кировская 89, 1993 г.; Фаленская 4, 1999 г.; Снежана, 2004 г.; Рушник, 2008 г.; Флора, 2010 г.; Графиня, 2015 г; Кипрез – находится на государственном испытании с 2017 г.), и при разном состоянии климатических факторов. Изучение генофонда проходило в 2010-2018 гг. в питомнике конкурсного испытания при естественной инфекционной нагрузке патогенов. Степень поражения индикаторных (восприимчивых) сортов бурой ржавчиной составляла в среднем 41,4%, стеблевой – 71,3%, что по жесткости соответствует среднему и сильному инфекционному фону. Выявлено достоверное (при $P \geq 0,95$) снижение степени поражения растений стеблевой ржавчиной при увеличении количества осадков в период «цветение - молочно-восковая спелость» ($r = -0,68$). При этом более тесная зависимость ($r = -0,74$) у сортов III этапа селекции, чем у сортов I и II этапа – $r = -0,62$ и $0,66$, соответственно. Влияние температуры на патогенез обоих видов ржавчины несущественно, хотя и имеет отрицательное значение. В растительно-микробных взаимоотношениях *Secale cereale - Puccinia dispersa* действие средовых факторов в основном незначимо, за исключением влияния температуры на развитие бурой ржавчины у сортов II этапа селекции ($r = -0,51$). Среди изучаемого генофонда лишь сорт Снежана характеризуется как устойчивый к бурой ржавчине при степени поражения от 4,0 до 20,0%, а Вятка 2 – среднеустойчивый к стеблевой ржавчине (20,0-35,0%). Данный признак у сорта Снежана может быть детерминирован наличием в его геноме комплексного донора устойчивости Россул (*Lr4* и *Sr1*) из коллекции ВИР, а у сорта Вятка 2 – рецессивно-полигенным типом короткостебельности и интенсивным ростом в критически важные периоды патогенеза *P. graminis*. Близко к ним по иммунному статусу находится сорт Кировская 89, созданный с участием донора Россиянка (*Rpd* – не идентифицированный ген устойчивости к бурой ржавчине). На сегодняшний день в ряду последовательных этапов селекции отсутствует значимый прогресс по повышению ржавчинноустойчивости сортов озимой ржи. Однако, учитывая нарастание ржавчинной инфекции, необходимо расширять иммунологические исследования и усиливать селекционную работу в этом направлении.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, этапы селекции, бурая и стеблевая ржавчина, климатические факторы, иммунологическая характеристика, корреляционный анализ.

Введение. Виды ржавчины (бурая - *Puccinia dispersa* Eriks. et Henning и стеблевая - *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* Erikss. et Henn.) озимой ржи, наряду со снежной плесенью, являются наиболее экономически значимыми патогенными комплексами в Северо-Восточном регионе НЗ РФ. В Кировской области в период с 1990 по 2000 гг. распространение бурой ржавчины было на уровне 50-100%, а эпифитотийными по обеим формам ржавчины были 1990 г., 2005 г. и 2012 г. При этом в 1990 г. область потеряла половину валового сбора зерна озимой ржи из-за сильнейшего развития ржавчины. Зерно было крайне мелкое и щуплое, например, масса 1000 зёрен у сорта Вятка 2 составила всего 11-12 грамм [1]. В целом частота проявления бурой ржавчины на производственных посевах ржи в Кировской области составляет 5-7 раз за 10 лет при средней вредоносности 10-15%; стеблевой ржавчины – 3-4 раза за 10 лет и вредоносности 20-50%.

Следует отметить, что при сильном развитии бурой ржавчины снижение массы 1000 зерен может достигать 32,3%, продуктивности растений – 55,6%; состояние этих признаков на фоне стеблевой ржавчины снижается на 22,1% и 35,5%, соответственно. Ухудшаются также посевные свойства семян (энергия прорастания, всхожесть), содержание белка и показатель «число падения» [2].

В связи с усилением частоты проявления и повторяемости эпифитотий ржавчинной инфекции в современных условиях сельскохозяйственного производства целью наших исследований был иммунологический анализ ржаных фитоценозов в ряду последовательной селекции озимой ржи и сезонной динамики климатических факторов.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования выполнены в 2010-2018 гг. в лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Материалом исследований являлись девять сортов ози-

мой ржи (Вятка 2, Дымка, Кировская 89, Фалёнская 4, Снежана, Рушник, Флора, Графиня и Кипрез) селекции ФАНЦ Северо-Востока, созданные за 68 летний период.

Сорта с учетом используемых в работе методов селекции, исходного материала и года внесения их в Государственный реестр селекционных достижений были сгруппированы в 3 этапа селекции и сортосмены. В первом использованы сорта: Вятка 2 (районирован в 1950 г.), Дымка и Кировская 89 (1993 г.); второй этап селекции представляют сорта Фалёнская 4 (1999 г.), Снежана (2004 г.) и Рушник (2008 г.); третий – Флора (2010 г.), Графиня (2015 г.) и Кипрез, проходящий с 2017 г. государственное сортоиспытание. Изучение их проходило в период с 2010 по 2018 гг. в питомнике конкурсного испытания; площадь делянок – 15 м², повторность – 6 кратная.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями по селекции озимой ржи на устойчивость к грибным болезням» [3] и «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [4].

Развитие видов ржавчины учитывали в период их максимального проявления, которое по международной шкале Цадокса (Zadoks J.C.) у бурой ржавчины, как правило, было в межфазный период: 51 (колошение) – 69 (начало цветения), у стеблевой – 69 – 79 (молочно-восковая спелость). Учёты проводили по 2-му и 3-му листу и междоузлию у 10 растений каждого сорта ржи в 2-х повторениях. Степень поражения листовой и стеблевой поверхности определяли по общеизвестным шкалам Т.Д. Страхова и Л.Ф. Русакова. Иммунологическую характеристику сортов озимой ржи давали на основании степени поражения листовой поверхности и междоузлий: отсутствие симптомов болезни – иммунитет, до 10% – высокоустойчивый, до 20% – устойчивый, до 50% – среднеустойчивый, до 80% – восприимчивый, более 80% – высоковосприимчивый [5].

Анализ агрометеорологических условий за период 2010-2018 гг. выполнен по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для количественной оценки изменения климатических условий и их влияния на развитие бурой и стеблевой ржавчины использовали основные факторы, способствующие интенсивному нарастанию инфекции, – среднесуточную температуру воздуха и количество осадков с 20 мая по 20 июня для бурой ржавчины и с 21 июня по 20 июля – для стеблевой. Использовали также комплексный показатель температурно-влажностного режима – гидротермический коэффициент (ГТК). Характери-

стику условий увлажнения и температурного фона по состоянию ГТК оценивали по шкале Г.Т.Смолянинова [6], согласно которой величина ГТК > 2,0 соответствует условиям избыточного увлажнения, при ГТК, равной 1,5 – нормальное (достаточное) увлажнение, при ГТК < 1,5 – сухие условия.

Полученный в опытах экспериментальный материал обрабатывали методами вариационного и корреляционного анализа (Доспехов, 1985) с использованием пакета компьютерных программ AGROS (версия 2.07, 1998).

Анализ и обсуждение результатов исследований. Уровень устойчивости к стрессу является генетически контролируемым и наследуемым фактором. Однако проявляется он только под влиянием экстремальных условий. Поэтому необходимым условием для диагностики устойчивости сорта является наличие стрессовой нагрузки [7].

Интенсивность развития бурой и стеблевой ржавчины зависит от многих средовых факторов, прежде всего – экологических [8, 9]. Решающее значение в заражении промежуточного хозяина (кривоцвет, воловик – бурая ржавчина; барбарис – стеблевая) имеют осадки в виде дождей, необходимые для увлажнения (намокания) телиоспор. Для развития уредоспор требуется наличие высокой влажности и капельной влаги (осадки, росы, туман), но обильные дожди задерживают развитие ржавчины. Уредостадия наступает при среднесуточной температуре воздуха 10-23°C (бурая) и 18-22°C (стеблевая), когда инкубационный период длится 5-7 дней. Симптомы ржавчины проявляются, когда наберется определённая сумма эффективных температур для гриба, которая соответствует примерно 125°C [10, 11].

При анализе метеорологических условий за анализируемый период выявлено, что наибольшее повышение температуры воздуха над среднесуточными данными в период заражения растений бурой ржавчиной наблюдалось в 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 гг., а относительно холодным этот период был в 2018 г. (табл. 1). За исключением 2-х лет (2010, 2011 гг.) наблюдался недостаток осадков в период с 20 мая по 20 июня, которых выпало 23,4-88,6% от нормы. Исходя из уровня ГТК, засушливым этот период был в 2013, 2015, 2016 гг., избыточно увлажненным – в 2010, 2011, 2017, 2018 гг.; в остальные годы период заражения бурой ржавчиной был достаточно теплым и увлажненным, комфортным для прорастания уредоспор гриба *P. dispersa*.

Состояние погоды в период заражения стеблевой ржавчиной также значительно варьировало: среднесуточная температура воздуха

Таблица 1 – Состояние погоды в период заражения растений озимой ржи бурой и стеблевой ржавчиной

Год	Температура воздуха, °С		Количество осадков, мм		Гидротермический коэффициент (ГТК)
	сумма	средняя	сумма	средняя	
Заражение бурой ржавчиной (с 20 мая по 20 июня)					
2010	484,9	15,2	142,3	4,4	2,93
2011	484,7	15,1	117,9	3,7	2,43
2012	522,9	16,3	62,5	1,9	1,19
2013	516,5	16,1	23,4	0,7	0,45
2014	536,3	16,8	80,6	2,5	1,50
2015	562,2	17,7	53,4	1,7	0,95
2016	525,7	16,4	47,8	1,5	0,91
2017	385,8	12,1	80,9	2,5	2,09
2018	362,4	11,3	88,6	2,8	2,44
Среднее	486,8	15,2	77,5	2,4	1,65
Заражение стеблевой ржавчиной (с 21 июня по 20 июля)					
2010	642,0	21,4	8,6	0,3	0,13
2011	617,6	20,6	82,1	2,7	1,33
2012	585,9	19,5	133,6	4,5	2,88
2013	628,1	20,9	49,3	1,6	0,78
2014	491,5	16,4	41,1	1,4	0,84
2015	517,9	17,3	92,2	3,1	1,78
2016	573,2	19,1	104,6	3,5	1,82
2017	478,2	15,9	135,7	4,5	2,84
2018	627,0	20,9	125,5	4,2	2,00
Среднее	573,5	19,1	85,9	2,9	1,60

– от 15,9 до 21,4°С, осадки – от 0,3 до 4,5 мм в сутки. Наиболее жаркая погода была в 2010, 2011, 2012, 2013, 2018 гг., а крайне слабые осадки выпадали в 2010, 2013, 2014 гг. Судя по показателю ГТК, острозасушливые условия в период заражения были в 2010, 2013, 2014 гг. (ГТК – 0,13; 0,78; 0,84). В большинстве других лет период заражения растений стеблевой ржавчиной проходил при значительном избытке влаги.

Оценивая проявление ржавчинной инфекции на тест-сортах озимой ржи выявлена частично достоверная (при $P \geq 0,05$) зависимость бурой и стеблевой ржавчины от состояния температуры и осадков в критически важные для патогенеза периоды онтогенеза растений (табл. 2). Так, повышение количества осадков в период цветения – молочно-восковая спелость достоверно снижает развитие гриба *P. graminis* ($r = -0,68$) и поражение посевов стеблевой ржавчиной. При этом более тесная зависимость ($r = -0,74$) у сортов III этапа селекции, чем у сортов I и II этапа – $r = -0,62$ и $-0,66$, соответственно. Связь между косвенным показателем погоды ГТК и поражением стеблевой ржавчиной аналогична влиянию осадков на патогенез. Влияние температуры на патогенез обоих видов ржавчины несущественно, хотя и имеет отрицательное значение. В растительно-микробных взаимоотноше-

ниях *Secale cereale* – *Puccinia dispersa* действие средовых факторов в основном незначимо, за исключением влияния температуры на развитие бурой ржавчины у сортов II этапа селекции ($r = -0,51$).

Оценивая природный инфекционный фон видов ржавчины по степени поражения индикаторных (наиболее восприимчивых) сортов можно отметить сильное развитие *P. graminis* и среднее – *P. dispersa* при значительной изменчивости фона стеблевой ржавчины ($V = 29,5\%$) и средней ($V = 15,4\%$) – бурой (табл. 3). В этих достаточно жестких инфекционных условиях степень поражения тест-сортов бурой ржавчиной изменялась от 4,0 до 40,0%, стеблевой – от 10,0 до 80,0%. Хотя вариабельность степени поражения у всех сортов была значительной и достигала 81,0%, можно выделить относительно меньшую изменчивость стеблевой ржавчины у сорта Вятка 2 и бурой – у сорта Дымка ($V = 24,8\%$ и $38,3\%$). Среди изучаемого генофонда лишь сорт Снежана характеризуется как устойчивый к бурой ржавчине при динамике степени поражения за 9 лет 4,0-20,0%, а Вятка 2 – относительно устойчивым к стеблевой ржавчине (20,0-35,0%). Данный признак у сорта Снежана может быть детерминирован наличием в его геноме комплексного донора устойчивости Россул (*Lr 4* и *Sr1*) из коллекции ВИР [12,

Таблица 2 – Влияние климатических факторов на степень поражения сортов ржи разных этапов селекции бурой и стеблевой ржавчиной

Показатель	Коэффициент корреляции					
	Стеблевая ржавчина			Бурая ржавчина		
Степень поражения	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	ГТК	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	ГТК
	I период селекции					
	- 0,17	- 0,62*	- 0,56*	- 0,28	- 0,44	- 0,26
	II период селекции					
	- 0,34	- 0,66*	- 0,51*	- 0,51*	- 0,31	- 0,07
	III период селекции					
	- 0,23	- 0,74*	- 0,64*	- 0,48	- 0,27	- 0,04
	За весь период селекции					
- 0,25	- 0,68*	- 0,58*	- 0,10	- 0,36	- 0,17	

Таблица 3 – Динамика проявления бурой и стеблевой ржавчины у сортов озимой ржи селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в ряду последовательной селекции

Сорт	Степень поражения бурой ржавчиной, %										Изменчивость (V), %
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Среднее	
Вятка 2	15,6	8,9	27,4	29,2	10,0	29,0	7,4	10,8	15,0	16,6	54,4
Дымка	13,5	12,5	14,5	19,4	10,0	26,5	15,0	20,5	25,8	15,9	38,3
Кировская 89	10,9	8,2	10,9	22,0	10,0	10,5	10,0	20,5	23,0	14,0	42,5
<i>Среднее за I период селекции</i>	13,6	9,9	17,6	23,5	10,0	22,0	10,8	17,2	21,9	15,5	
Фаленская 4	11,2	10,0	13,2	29,2	10,0	17,5	7,9	21,2	23,8	16,0	46,6
Снежана	7,5	8,7	18,2	20,4	4,0	18,8	10,0	6,0	20,0	11,6	58,1
Рушник	11,2	10,4	24,7	15,7	12,5	20,0	5,0	26,0	36,7	18,0	54,4
<i>Среднее за II период селекции</i>	10,0	9,7	18,7	21,8	8,8	18,8	7,6	17,7	26,8	15,2	
Флора	10,7	8,1	22,6	18,0	9,0	18,8	10,0	21,3	30,8	16,6	46,1
Графиня	9,2	8,5	18,6	24,0	13,8	29,8	5,0	13,5	40,0	18,0	63,3
Кипрез	7,2	7,8	13,2	16,4	14,3	23,8	10,0	22,0	30,0	16,0	48,7
<i>Среднее за III период селекции</i>	9,0	8,1	18,1	19,5	12,4	24,8	8,3	18,9	33,6	16,8	
Индикаторный сорт	53,3	30,0	52,5	57,0	25,0	40,3	26,8	37,8	50,0	41,4	29,5
Сорт	Степень поражения стеблевой ржавчиной, %						Изменчивость (V), %				
	2010	2011	2012	2017	2018	Среднее					
Вятка 2	20,0	26,1	35,0	30,0	20,0	26,2	24,8				
Дымка	22,5	32,8	48,8	80,0	30,0	42,8	53,5				
Кировская 89	13,8	20,8	36,3	70,0	10,0	30,1	81,0				
<i>Среднее за I период селекции</i>	18,8	26,6	40,0	60,0	20,0	33,0					
Фаленская 4	17,5	29,2	55,0	70,0	15,8	37,5	64,0				
Снежана	15,5	26,4	33,8	60,0	10,0	29,1	67,1				
Рушник	25,0	21,9	38,8	60,0	30,0	35,1	43,5				
<i>Среднее за II период селекции</i>	19,3	25,8	42,5	63,3	27,9	33,9					
Флора	18,8	18,6	60,0	60,0	20,0	35,4	63,2				
Графиня	17,5	26,1	50,0	70,0	25,0	37,7	57,7				
Кипрез	10,0	27,5	30,0	70,0	30,0	33,5	65,8				
<i>Среднее за III период селекции</i>	15,4	24,1	46,7	66,7	25,0	35,5					
Индикаторный сорт	76,7	60,0	75,0	85,0	60,0	71,3	15,4				

13, 14], а у сорта Вятка 2 – рецессивно-полигенным типом короткостебельности и интенсивным ростом в критически важные периоды патогенеза *P. graminis*. Близко к ним по иммунному статусу находится сорт Кировская 89, созданный с участием донора Росси-

янка (*RPd* – не идентифицированный ген устойчивости к бурой ржавчине). Однако гетерозиготность популяций озимой ржи по генам устойчивости со временем приводит к выщеплению восприимчивых генотипов, как питательных субстратов для грибов рода *Puccinia*.

Другие сорта преимущественно доминантно-моногенного типа короткостебельности характеризуются как среднеустойчивые к бурой ржавчине и восприимчивые – к стеблевой. Вероятно, плейотропное действие гена *H1* усиливает поражение растений ржи листовой и стеблевой формой ржавчины.

Оценивая сорта III этапа селекции, можно с уверенностью сказать об отсутствии прогресса в повышении ржавчинноустойчивости. Следует отметить, что усилия селекционеров в последнее время направлены преимущественно на повышение зимостойкости и устойчивости сортов к снежной плесени, как наиболее распространенному и вредоносному заболеванию озимой ржи в регионе проведения исследований. Отсутствие в настоящее время централизованного обеспечения селекционных учреждений инфекционным биоматериалом (правильно подобранные с учётом регионального патотипного состава уредоспоры рода *Puccinia*) не позволяет объективно оценивать генофонд ржи по устойчивости и проводить целенаправленный поиск источников и созда-

ние доноров. Тем не менее, очевидное нарастание ржавчинной инфекции предполагает расширение иммунологических исследований и усиление селекционной работы и в этом направлении.

Выводы. Таким образом, обобщая агроэкологические аспекты развития бурой и стеблевой ржавчины озимой ржи в современных условиях ведения сельскохозяйственного производства, можно полагать усиление болезней при достаточном увлажнении в критически важные периоды онтогенеза растений. Влияние температуры на развитие обоих видов ржавчины несущественно, хотя и имеет отрицательное значение. Среди сортов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока лишь сорт Снежана сохраняет генетически детерминированную резистентность к обоим видам ржавчины, а Вятка 2 – длительную устойчивость к стеблевой ржавчине. На сегодняшний день в ряду последовательных этапов селекции отсутствует прогресс по повышению сортов озимой ржи, устойчивых к ржавчинам.

Литература

1. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.
2. Щеклеина Л.М., Кобылянский В.Д., Кедрова Л.И., Шешегова Т.К. Вредоносность стеблевой и бурой ржавчины на Северо-Востоке Нечерноземья России. // Здоровье - питание - биологические ресурсы: материалы Междунар. научн.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2002. Т. 1. С. 355-362.
3. Кобылянский В.Д., Королёва Л.А. Методические указания по селекции озимой ржи на устойчивость к грибным болезням. ВАСХНИЛ: ВИР, 1977. 26 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.
5. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М.: Колос, 1978. 206 с.
6. Чирков Ю.И. Агрометеорология: учеб. перераб. и доп. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 296 с.
7. Гончарова Э.А. Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погоднo-климатическим аномалиям // Сельскохозяйственная биология. 2011. Т. 1. С. 24-31.
8. Mains E.V., Jackson N.S. Physiologic specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss // Phytopathology. 1926. №. 16. P. 89-120.
9. Geiger H.H. Aufgaben und Entwick Lungstendenzen der Roggenfor schung und Roggenzuchtug. Berlin. 1982. Bd.198. S.305-332.
10. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю. // Защита зерновых культур от болезней. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. 172 с.
11. Санин С.С., Соколов Е.А., Черкашин В.Н. Болезни зерновых колосовых культур: рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 140 с.
12. Солодухина О.В. Выявление генов расоспецифической устойчивости к бурой ржавчине среди сортов ржи // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1993. Т. 147. С. 8-13.
13. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Использование доноров ценных признаков растений в селекции новых сортов озимой ржи // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т.29. № 7. С. 7-12.
14. Solodukhina O.V., Kobylyansky V.D. Problems of winter rye breeding for resistance to brown and stem rust // In: Proceedings of the EUCARPIA Rye Meeting. Radzikow, 2002. P.217-225.

Сведения об авторах:

Щеклеина Люция Муллаахметовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, e-mail: immunitet@fanc-sv.ru
 Шешегова Татьяна Кузьмовна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией иммунитета и защиты растений, e-mail: sheshегоva.tatyana@yandex.ru
 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока), г. Киров, Россия.

AGRO-ECOLOGICAL ASPECTS OF *Puccinia dispersa* ERIKS. AND *Puccinia graminis* PERS. DEVELOPMENT IN THE CROPS OF RYE IN THE KIROV REGION

Schekleina L.M., Sheshegova T.K.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the results of winter rye selection in the Research Center of the North-East for more than half a century of research. The dynamics of the degree of damage by brown and stem rust and the immune status of 9 varieties created at the institute in different periods (Vyatka 2, zoned in 1950; Dymka, 1993; Kirovskaya 89, 1993; Falenskaya 4, 1999; Snezhana, 2004; Rushnik, 2008; Flora, 2010; Grafinya, 2015; Kiprez - has been in state testing since 2017), and with different conditions of climatic factors. Taking into account the selection methods and the source material used in the work, as well as the year of inclusion of varieties in the State Register, they were divided into 3 stages of selection and variety change, 3 varieties in each. The study of the gene pool took place in 2010-2018 in the nursery of the competitive test with the natural infectious load of pathogens. The degree of damage to indicator (susceptible) varieties of brown rust averaged 41.4%, stem - 71.3%, which in terms of hardness corresponds to an average and strong infectious background. A reliable (at $P \geq 0.05$) decrease in the degree of plant damage by stem rust was revealed with an increase in precipitation during the period of "bloom - milky-wax ripeness" ($r = -0.68$). At the same time, a closer relationship ($r = -0.74$) for the varieties of the third stage of selection than for the varieties of the first and second stages is $r = -0.62$ and 0.66 , respectively. The effect of temperature on the pathogenesis of both types of rust is insignificant, although it has a negative value. In the plant-microbial relationship *Secale cereale-Puccinia dispersa*, the effect of environmental factors is mostly insignificant, except for the effect of temperature on the development of brown rust in varieties of the second stage of selection ($r = -0.51$). Among the studied gene pool, only the Snezhana variety is characterized as resistant to leaf rust with a degree of damage ranging from 4.0 to 20.0%, and Vyatka 2 is moderately resistant to stem rust (20.0-35.0%). This trait in the Snezhana variety can be determined by the presence in its genome of the complex resistance donor Rossul (*Lr4* and *Sr1*) from the VIR collection, and in the Vyatka 2 variety - by the recessive-polygenic type of short-stemming and intensive growth during the critical periods of the *P. graminis* pathogenesis. Close to them in terms of immune status is the Kirovskaya 89 variety, created with the participation of the Russian donor (*RPd* is an unidentified brown rust resistance gene). To date, in a series of successive stages of breeding, there is no significant progress in increasing the rust resistance of winter rye varieties. However, given the increase in rust infection, it is necessary to expand the immunological studies and strengthen the breeding work in this direction.

Key words: winter rye, variety, selection stages, brown and stem rust, climatic factors, immunological characteristic, correlation analysis.

References

1. Kedrova L.I. *Ozimaya rozh v Severo-Vostochnom regione Rossii*. [Winter rye in the North-Eastern region of Russia]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2000. P. 158.
2. Shchekleina L.M., Kobylanskiy V.D., Kedrova L.I., Sheshegova T.K. *Vredonosnost steblevoy i buroy rzhavchiny na Severo-Vostoke Nechernozemya Rossii*. // *Zdorove - pitanie - biologicheskie resursy: materialy Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* (Harmfulness of stem and brown rust in the North-East of the non-black Earth Region of Russia. // Health - nutrition - biological resources: proceedings of International scientific and practical conference). Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2002. Vol. 1. P. 355-362.
3. Kobylanskiy V.D., Korolova L.A. *Metodicheskie ukazaniya po selektsii ozimoy rzhi na ustoychivost k gribnym boleznyam*. [Guidelines for the selection of winter rye for resistance to fungal diseases. Academy of Agricultural Sciences]. VASKhNIL: VIR, 1977. P. 26.
4. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur*. [Methods of state variety testing of agricultural crops]. M.: Kolos, 1985. Issue 2. Ch. 2. P. 230.
5. Geshele E.E. *Osnovy fitopatologicheskoy otsenki v selektsii rasteniy*. [Basics of phytopathological assessment in plant breeding]. M.: Kolos, 1978. P. 206.
6. Chirkov Yu.I. *Agrometeorologiya: ucheb. pererab. i dop.* [Agrometeorology: studies. Revised and added]. L.: Gidrometeoizdat, 1986. P. 296.
7. Goncharova E.A. Strategy of diagnosis and prediction of the stability of agricultural plants to weather and climate anomalies. [Strategiya diagnostiki i prognoza ustoychivosti selskokhozyaystvennykh rasteniy k pogodno-klimaticheskim anomalijam]. // *Selskokhozyaystvennaya biologiya. - Agricultural Biology*. 2011. Vol. 1. P. 24-31.
8. Mains E.B., Jackson N.S. Physiologic specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss // *Phytopathology*. 1926. №. 16. P. 89-120.
9. Geiger H.H. *Aufgaben und Entwick Lungstendenzen der Roggenfor schung und Roggenzuchtung*. Berlin. 1982. Bd.198. P. 305-332.
10. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Zargaryan N.YU., Tsypysheva M.YU. // *Zaschita zernovykh kultur ot bolezney*. [Protection of grain crops from diseases]. Kurtamysh: OOO "Kurtamyshskaya tipografiya", 2017. P. 172.
11. Sanin S.S., Sokolov E.A., Cherkashin V.N. *Bolezni zernovykh kolosovykh kultur: rekomendatsii po provedeniyu fitosanitarnogo monitoringa*. [Diseases of cereal crops: recommendations for phytosanitary monitoring]. M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2010. P. 140.
12. Solodukhina O.V. *Vyyavlenie genov rasantetsificheskoy ustoychivosti k buroy rzhavchine sredi sortov rzhi*. // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*. [Identification of genes of rasantetspecific resistance to brown rust among rye varieties. // Proceedings on applied botany, genetics and selection]. L., 1993. Vol. 147. P. 8-13.
13. Kobylanskiy V.D., Solodukhina O.V. The use of donors of valuable traits of plants in the selection of new varieties of winter rye. [Ispolzovanie donorov tsennykh priznakov rasteniy v selektsii novykh sortov ozimoy rzhi]. // *Dostizhenie nauki i tekhniki APK. - Achievement of science and technology of agriculture*. 2015. Vol.29. № 7. P. 7-12.
14. Solodukhina O.V., Kobylanskiy V.D. Problems of winter rye breeding for resistance to brown and stem rust // In: Proceedings of the EUCARPIA Rye Meeting. Radzikow, 2002. P.217-225.

Authors:

Schekleina Lyutsiya Mullaakhmetovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, senior researcher of Laboratory of Immunity and Plant Protection, e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Sheshegova Tatyana Kuzmovna - Doctor of Biological Sciences, leading researcher, Head of Laboratory of Immunity and Plant Protection, e-mail: sheshegova.tatyana@yandex.ru

Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. Rudnitskiy (FASC of the North-East), Kirov, Russia