

УДК 632.4; 633.11; 632.938

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ВОЗБУДИТЕЛЮ ЖЕЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ

Кремнева Оксана Юрьевна
к.б.н., с.н.с.

Волкова Галина Владимировна
д.б.н., зав. лаб.

Сегеда Екатерина Сергеевна
м.н.с.

*Государственное научное учреждение
Всероссийский НИИ биологической защиты
растений, Краснодар, Россия*

Представлены результаты иммунологической оценки сортов озимой пшеницы, включенных в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. Выявлены сорта с разными типами устойчивости к возбудителю желтой пятнистости листьев

Ключевые слова: ЖЕЛТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ЛИСТЬЕВ (ПИРЕНОФОРОЗ) (*Pyrenophora tritici-repentis*), ПШЕНИЦА, УСТОЙЧИВЫЕ СОРТА, ПОРАЖЕННОСТЬ

УДК 632.4; 633.11; 632.938

RESISTANCE OF WINTER WHEAT CULTIVARS TO YELLOW LEAF SPOT PATHOGEN

Kremneva Oxana Yurievna
Cand.Biol.Sci., senior researcher

Volkova Galina Vladimirovna
Dr.Sci.Biol., Head of laboratory

Segeda Ekaterina Sergeevna
junior researcher

*State Scientific Institution All-Russian Research
Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar,
Russia*

The results of immunological assessment of winter wheat varieties included in the State register of breeding achievements of the Russian Federation and the variety of different types of resistance to yellow leaf spot pathogen are presented in this article

Keywords: YELLOW LEAF SPOT (*Pyrenophora tritici-repentis*), WHEAT, RESISTANT CULTIVARS, AFFECTION

Желтая пятнистость листьев пшеницы (пиренофороз) является экономически значимым заболеванием во всем мире [1,2,3]. В России она наиболее распространена на Северном Кавказе, где впервые отмечена в 80-ые годы и с тех пор встречается ежегодно [4,5]. Возбудитель этого заболевания - гомоталличный аскомицет *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler; несовершенная стадия *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.

Гриб поражает листья, реже влагалища, стебли и зерновки пшеницы, вызывая некрозы и хлорозы тканей. Патоген имеет широкий круг злаковых растений-хозяев, в числе которых как культурные, так и различные дикорастущие растения. Потери урожая при сильном развитии патогена могут достигать 50-60 % [1].

Интенсификация растениеводства в современных условиях предусматривает создание генотипов сельскохозяйственных культур, характеризующихся не только высокой продуктивностью, но и

устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. Однако в России в настоящее время насыщенность посевных площадей устойчивыми к болезням генотипами составляет от 7 до 11 %, что примерно в 10 раз ниже мирового уровня [6]. Для оздоровления и стабилизации фитосанитарного состояния агробиоценозов необходимо на должный уровень повысить селекцию устойчивых сортов, способных дать максимальный экономический эффект. При этом внедряемые в производство сорта должны обладать разными типами устойчивости, способными снижать скорость роста численности вредного организма.

Расоспецифическая устойчивость (или специфическая, вертикальная, дифференциальная, моно- или олигогенная), являясь *качественным признаком*, ассоциируется с высокой устойчивостью клеток хозяина к одним расам (фенотипам) патогена и полной восприимчивостью к другим. Она уменьшает запас исходного инокулюма, оказывает сильное селективное давление на патоген и способствует в конечном итоге возникновению и накоплению новых рас и фенотипов с новыми генами вирулентности.

Расонеспецифическая (или неспецифическая, горизонтальная, общая, частичная, неполная, полевая, полигенная) действует против всех рас патогена, фенотипически проявляется в виде слабой или умеренной интенсивности поражения растений, сильнее подвержена влиянию внешней среды. Однако ее преимущество заключается в том, что она не уничтожается при появлении новых рас (фенотипов) гриба.

Расонеспецифическая устойчивость является *количественным признаком*, который может модифицироваться условиями среды, возрастом растений и инфекционной нагрузкой патогена. Критериями ее оценки могут служить длительность инкубационного периода, число пятен на единицу поверхности листа, размер пятен, скорость развития инфекции, выраженная «площадью под кривой развития болезни» (ПКРБ). В

совокупности все эти показатели характеризуют «медленный тип поражения», или slow rusting [7]. Регрессионный анализ показывает, что критерий ПКРБ высоко коррелирует с размером пустул, их продуктивностью и конечной степенью поражения [8].

Все типы устойчивости могут вводиться в сорта по отдельности или в сочетании на основании строгих теоретических обоснований. В зонах наибольшего генетического разнообразия паразита, куда относится и Северный Кавказ, рекомендуется внедрять сорта, обладающие расоспецифической устойчивостью. Расоспецифическая устойчивость может быть успешно использована в районах с однородной популяцией фитопатогена.

Для оздоровления и стабилизации фитосанитарного состояния агробиоценозов необходимо на должный уровень повысить селекцию устойчивых сортов, способных дать максимальный экономический эффект. При этом внедряемые в производство сорта должны обладать разными типами устойчивости, способными снижать скорость роста численности вредного организма.

Целью исследований являлось проведение иммунологической оценки сортов озимой пшеницы, включенных в Государственный реестр РФ и проходящих Государственное испытание, определение типов их устойчивости к возбудителю желтой пятнистости листьев.

В вегетационные полевые сезоны проведения иммунологических исследований (2006-2012 гг.) сложилось различное сочетание метеоусловий.

Весна 2006 года отличалась недобором осадков. Их выпало всего 54 % от нормы. Сухо было большую часть марта и вторую декаду апреля. Обильные осадки выпадали в начале и в конце апреля. Умеренно жаркая погода конца мая сменилась аномально жаркой в начале июня.

Максимальная температура достигала 33-34 °С, что характерно для самого жаркого месяца лета - июля.

Вегетационный сезон 2007 г. характеризовался как засушливый. В марте - апреле ощущался существенный недобор осадков – 55 % от нормы. Преобладание аномально жаркой и сухой погоды во 2-й половине мая (среднедекадные температуры воздуха на 4-8 °С выше нормы, а осадки составили 0,3 мм – 1 % от нормы) привело к ускоренному развитию зерновых. В целом, год являлся неблагоприятным для развития патогенов на пшенице.

В 2008 г. повышенные температуры в сравнении со средними многолетними в феврале и марте способствовали раннему возобновлению вегетации. Умеренно-жаркая погода первой половины мая сменилась прохладной с сильными ливневыми дождями в третьей декаде мая, которые пополнили запасы влаги и создали условия для развития на посевах болезней.

Весна 2009 года была ранней, но затяжной. Наступление весны отмечено необычно рано - 15-16 января, что на 30-45 дней раньше средних многолетних дат. Апрель был прохладным с необычно продолжительными интенсивными заморозками. Прохладная погода сохранилась и в мае. Сумма осадков за весну составила 160-250 мм. Наиболее дождливыми были первая декада февраля, март и май. Сухим был апрель - выпало 10-40 % осадков от нормы.

Весна 2010 года была теплой и сухой. За период апрель - июнь температура воздуха была выше средней многолетней на 2-5 °С. Дефицит осадков отмечен в мае (от 0 до 7 мм), во второй и третьей декадах июня (0 и 6 мм, соответственно), во второй декаде июля (0 мм).

Погодные условия вегетационного сезона 2011 года оказались менее благоприятны для пиренофороза. Весна была влажной, холодной с частыми дождями. За период 3 декада мая - июнь температура воздуха

была выше средней многолетней на 2⁰С. Дефицит осадков отмечен в июне (от 0 до 9,7 мм).

В 2012 году весна была поздней холодной и затяжной с частыми дождями. В связи с плохой перезимовкой патогенов наблюдалось слабое развитие пиренофороза.

Исследования проводили в полевых условиях на опытных участках Всероссийского НИИ биологической защиты растений Россельхозакадемии.

В полевых условиях основными критериями оценки устойчивости сортов к желтой пятнистости служили: конечная степень поражения растений (%), площадь под кривой развития болезни (ПКРБ, условные единицы). Площадь под кривой развития болезни рассчитывали по формуле Wilcoxon et al. [9].

$$S = 1/2S(x_2 + x_1)(t_2 - t_1) + \dots + (x_{n-1} + x_n)(t_n - t_{n-1}),$$

где S – площадь под кривой развития болезни;

x₁- интенсивность развития болезни на момент первого учета, %;

x₂- интенсивность развития болезни на момент второго учета, %;

x_n - интенсивность развития болезни на момент последнего учета, %;

(t₂-t₁) – количество дней между вторым и первым учетом;

(t_n-t_{n-1}) – количество дней между последним и предпоследним учетами;

n – количество учетов.

Зная значения площади под кривой развития болезни анализируемого сорта и контрольного по восприимчивости сорта, находили относительные значения индекса устойчивости к болезни (ИУ):

$$\text{ИУ} = \text{ПКРБ сорта} : \text{ПКРБ контроля} [10].$$

Затем сорта классифицировали по методу А. А. Макарова с соавторами [11] (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация сортов пшеницы по уровню расонеспецифической устойчивости к болезням

Степень устойчивости сорта	Относительный показатель индекса устойчивости (ϕ)*
Восприимчивый сорт	>0,9
Слабая расонеспецифическая устойчивость	0,7-0,9
Умеренная расонеспецифическая устойчивость	0,4-0,7
Высокая расонеспецифическая устойчивость	0,1-0,4
Расоспецифическая устойчивость	<0,1

* относительно восприимчивого эталона с индексом, равным 1.

Такой подход приемлем к классификации сортов по ИУ в полевых условиях (авторами доказана высокая корреляционная зависимость [12]).

Относительно желтой пятнистости листьев хлебных злаков ряд исследователей придерживается подобных принципов оценки [13, 14].

Нами, а также рядом исследователей, была показана возможность дифференциального взаимодействия сортов пшеницы с клонами *P. tritici-repentis*, т.е. были определены различные расы гриба [15, 16, 17, 18]. Это позволяет нам констатировать наличие специфической устойчивости у сортов пшеницы к данному патогену.

Иммунологические исследования 52 сортов озимой пшеницы, включенных в Государственный реестр РФ и проходящих Государственное испытание, проводили на полевом стационаре ВНИИБЗР в условиях искусственного инфекционного фона с 2006 по 2012 годы, что позволяло достоверно получать дифференцированное поражение сортов даже в годы слабого развития болезни в естественных условиях.

Создание искусственного фона, методы посева сортообразцов растения – хозяина и их оценки на устойчивость к патогену подробно изложены в работах Г.В. Волковой и др. [19].

Все изученные сорта в поле проявили восприимчивый тип реакции. Средние значения результатов полевой оценки сортов озимой пшеницы на устойчивость к возбудителю болезни за три года представлены в таблице 2. По индексу устойчивости сорта распределили на группы в соответствии с таблицей 1.

В результате иммунологической оценки на устойчивость к возбудителю желтой пятнистости листьев сортов озимой пшеницы определено, что 15 (или 29 % из числа изученных) сортов обладали высоким уровнем расонеспецифической устойчивости, 29 сортов (55 %) – умеренным уровнем расонеспецифической устойчивости, 5 сортов (10 %) – слабым уровнем расонеспецифической устойчивости и 3 сорта (6 %) оказались восприимчивыми. Сорта со специфической устойчивостью не выявлено.

Таблица 2 – Типы устойчивости сортов озимой пшеницы к возбудителю желтой пятнистости (инфекционный питомник ВНИИБЗР, 2006-2012 гг.)

Сорт	Учреждение-оригинатор	Площадь под кривой развития болезни, усл.ед.	Показатель индекса устойчивости
2006-2008 гг.			
Высокий уровень расонеспецифической устойчивости			
Ростислав	ВНИИЗК	263,5	0,35
Умеренный уровень расонеспецифической устойчивости			
Верна	КНИИСХ	337,0	0,45
Лига	КНИИСХ	361,2	0,48
Файл	КНИИСХ	366,1	0,48
Краснодарская 99	КНИИСХ	398,2	0,53
Девиз	КНИИСХ	402,5	0,53
Дея	КНИИСХ	407,5	0,54
Вояж	КНИИСХ	413,7	0,55
Терра (тв.)	КНИИСХ	421,2	0,56
Гелиос (тв.)	КНИИСХ	440,5	0,58
Ростовчанка 5	ВНИИЗК	447,5	0,59
Скифянка	КНИИСХ	450,6	0,60
Зимородок	КНИИСХ	513,0	0,68
Офелия	КНИИСХ	568,8	0,75
Слабый уровень расонеспецифической устойчивости			
Дон 93	ВНИИЗК	601,7	0,80
Дон 105	ВНИИЗК	637,2	0,85

Ростовчанка 7 – контроль по восприимчивости	ВНИИЗК	749,0	-
2008-2011 гг.			
Высокий уровень расонеспецифической устойчивости			
Континент	ВНИИЗК	468,6	0,30
ПалПич – st.	КНИИСХ	545,1	0,35
Юнона	КНИИСХ	566,4	0,36
Спартак	ВНИИЗК	610,8	0,39
Умеренный уровень расонеспецифической устойчивости			
Дон 107	ВНИИЗК	659,4	0,42
Амазонка (тв.)	ВНИИЗК	777,0	0,50
Первица	КНИИСХ	809,1	0,52
Память –st.	КНИИСХ	961,5	0,61
Марафон	ВНИИЗК	950,7	0,61
Аксинит (тв.)	ВНИИЗК	978,3	0,62
Аскет	ВНИИЗК	1150,2	0,74
Зимтра	КНИИСХ	1333,8	0,85
Курант	ВНИИЗК	1378,2	0,88
Гордеиформе 6 (тв.)	ВНИИЗК	1407,9	0,90
Восприимчивые			
Кремона (тв.)	ВНИИЗК	1423,5	0,91
Кума	КНИИСХ	1491,0	0,96
Ростовчанка 7 - контроль по восприимчивости	ВНИИЗК	1553,4	-
2010-2012 гг.			
Высокий уровень расонеспецифической устойчивости			
Зимница	КНИИСХ	162,6	0,20
Сила	КНИИСХ	171,6	0,21
Лига 1	КНИИСХ	201,6	0,25
Патриарх	КНИИСХ	236,5	0,29
Айвина	КНИИСХ	245,6	0,30
Афина	КНИИСХ	277,0	0,34
ЮМПА	КНИИСХ	294,3	0,37
Изюминка	ВНИИЗК	302,7	0,38
ГРОМ	КНИИСХ	306,4	0,38
Золотко (тв.)	КНИИСХ	311,5	0,39
Умеренный уровень расонеспецифической устойчивости			
Иришка	КНИИСХ	326,2	0,41
Регата	ВНИИЗК	359,0	0,45
Агат донской	ВНИИЗК	357,3	0,45
Уния (тв.)	КНИИСХ	374,3	0,47
Коллега	КНИИСХ	380,1	0,47
Паллада	КНИИСХ	397,4	0,50
Грация	КНИИСХ	408,1	0,51
Булгун	КНИИСХ	450,2	0,56
Лебедь	КНИИСХ	483,3	0,60
Ростовчанка 7 -	ВНИИЗК	794,0	-

контроль по восприимчивости			
--------------------------------	--	--	--

Сорта с высоким уровнем расонеспецифической устойчивости, обладающие замедленным типом поражения, представляют большую ценность при их районировании в производстве и при создании новых сортов в качестве исходного материала на устойчивость к *P. tritici-repentis*, так как они сокращают период накопления вирулентности в популяции гриба, снижают селективное давление на патоген, уменьшают риск эпифитотий.

Список литература

- 1 Rees R.G., Platz G.J., Mayer R.J. Susceptibility of Australian wheats to *P. tritici-repentis* // *Aust.J.Agric.Res.* 1987.-Vol.39. P.141-151.
- 2 Хасанов Б.В. Желтая пятнистость листьев злаков, вызываемая *Pyrenophora tritici-repentis* // *Микология и фитопатология.* - 1988. - Т. 22. - Вып. 1. С. 78-84.
- 3 Михайлова Л.А., Пригоровская Т.И. Желтая пятнистость листьев пшеницы - *Pyrenophora tritici-repentis* // *Микология и фитопатология.* - 2000. - Т. 34. - Вып.1. С. 7-13.
- 4 Кремнева О.Ю., Волкова Г.В. Пиренофороз – опасное заболевание пшеницы // *Защита и карантин растений.* – 2007. - № 6. С. 45-46.
- 5 Кремнева О.Ю. Волкова Г.В. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе / *Защита и карантин растений.* №10, 2011 г. С. 37-40.
- 6 Вилкова Н.А. Научное обоснование параметров иммунологической системы растений для создания генотипов с групповой и комплексной устойчивостью // *Иммунологические методы повышения сопротивляемости агроценозов к стрессовым воздействиям биогенного характера. Научно-обоснованные параметры конструирования сортов с.-х. культур.* М., С.-П., РАСХН, 2005. С. 8-17.
- 7 Van der Plank J.E. Horizontal (polygenic) and vertical (olygogenic) resistance against blight // *American Potato*, 1966, v.43, №2. P.43-52.
- 8 Анпилогова Л.К., Шаповалова О.Ю., Левашова Г.И. и др. Теоретические и методологические принципы создания ржавчиноустойчивых сортов пшеницы // *Агрехимия*, 2002, №5. С.77-88.
- 9 Wilcoxson R. D., Atif A. H., Skowmand B. Slow rusting of wheat varieties in the field correlated with stem rust severity on detached leaves in the green house // *Plant disease reporter*, Beltsville, 1974, v. 58, №12. P. 1085-1087.
- 10 Коваленко Е.Д., Киселева М.И., Щербик А.А., Боккельман Х. Оценка устойчивости образцов яровой мягкой пшеницы к возбудителям наиболее опасных болезней // *Юбилейный сборник трудов «50 лет на страже продовольственной безопасности страны»*, РАСХН, ВНИИФ. Большие Вяземы, 2008. С.281-288.
- 11 Макаров А.А., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А., Маторина Н.М. Методы полевой и лабораторной оценки неспецифической устойчивости растений к болезням.

Типы устойчивости растений к болезням // Материалы научного семинара. РАСХН, ВИЗР, Инновационный центр защиты растений. С.-П., 2003. С.17-24.

12 Макаров А.А., Соломатин Д.А., Стрижекозин Ю.А. Лабораторный метод выявления частичной (расонеспецифической) устойчивости пшеницы к бурой ржавчине // Методические рекомендации по защите растений. РАСХН, ВИЗР, С.-П., 1998. С.148-152.

13 Афанасенко О.С. Селекционная ценность специфической и неспецифической устойчивости зерновых культур к гембиотрофным патогенам. Типы устойчивости растений к болезням // Материалы научного семинара. РАСХН, ВИЗР, Инновационный центр защиты растений. С.-П., 2003. С. 25-32.

14 Steffenson B.J. Investigation on *Pyrenophora teres f.teres*, the cause of net blotch of barley: pathotypes, host resistance, yield loss, and comparative epidemiology to *Rhynchosporium secalis* by time series analysis // Ph.D.Thesis. University of California Davis, 1988. P. 211.

15 Кремнева О.Ю., Волкова Г.В. Структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе по вирулентности и морфолого-культуральным признакам // Микология и фитопатология. – 2007. - № 4. С. 356-361.

16 Luz W.C., Hosford R.M. Twelve *Pyrenophora trichostoma* races for virulence of wheat in Central Plains of North America // Phytopathology, 1980, v.79, №12. P.1193-1196.

17 Lamari L., Strelkov S.E., Yahyaoui A. et.al. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat // Phytopathology, v.93. 2003. P.391-396.

18 Šarova J. Incidence of wheat leaf spot pathogens in the Czech Republic // Cereal Research Communication. v.31, 2003. P.145-151.

19 Волкова Г.В., Кремнева О.Ю., Андропова А.Е., Надикта В.Д. Желтая пятнистость листьев пшеницы (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler):: Монография, Москва, ООО"АМА-ПРЕСС", 2012. С. 62-82.

References

1 Rees R.G., Platz G.J., Mayer R.J. Susceptibility of Australian wheats to *P.tritici-repentis* // Aust.J.Agric.Res.1987.-Vol.39. P.141-151.

2 Hasanov B.V. Zheltaja pjatnistost' list'ev zlakov, vyzivaemaja *Pyrenophora tritici-repentis* // Mikologija i fitopatologija. - 1988. - T. 22. - Vyp. 1. S. 78-84.

3 Mihajlova L.A., Prigorovskaja T.I. Zheltaja pjatnistost' list'ev pshenicy - *Pyrenophora tritici-repentis* // Mikologija i fitopatologija. - 2000. - T. 34. - Vyp.1. S. 7-13.

4 Kremneva O.Ju., Volkova G.V. Pirenoforoz – opasnoe zabolevanie pshenicy // Zashhita i karantin rastenij. – 2007. - № 6. S. 45-46.

5 Kremneva O.Ju. Volkova G.V. Zheltaja pjatnistost' list'ev pshenicy na Severnom Kavkaze / Zashhita i karantin rastenij. №10, 2011 g. S. 37-40.

6 Vilkovala N.A. Nauchnoe obosnovanie parametrov immunologicheskoj sistemy rastenij dlja sozdanija genotipov s gruppovoj i kompleksnoj ustojchivost'ju // Immunologicheskie metody povyshenija soprotivljaemosti agrocenozov k stressovym vozdeystvijam biogenogo haraktera. Nauchno-obosnovannye parametry konstruirovanija sortov s.-h. kul'tur. M., S.-P., RASHN, 2005. S. 8-17.

7 Van der Plank J.E. Horizontal (polygenic) and vertical (olygogenic) resistance against blight // American Potato, 1966, v.43, №2. R.43-52.

8 Anpilogova L.K., Shapovalova O.Ju., Levashova G.I. i dr. Teoreticheskie i metodologicheskie principy sozdanija rzhavchinoustojchivykh sortov pshenicy // Agrohimiya, 2002, №5. S.77-88.

9 Wilcoxson R. D., Atif A. H., Skowmand B. Slow rusting of wheat varieties in the field correlated with stem rust severity on detached leaves in the green house // Plant disease reporter, Beltsville, 1974, v. 58, №12. R. 1085-1087.

10 Kovalenko E.D., Kiseleva M.I., Shherbik A.A., Bokkel'man H. Ocenka ustojchivosti obrazcov jarovoj mjadgkoj pshenicy k vozbuditeljam naibolee opasnyh boleznej // Jubilejnyj sbornik trudov «50 let na strazhe prodovol'stvennoj bezopasnosti strany», RASHN, VNIIF. Bol'shie Vjazemy, 2008. S.281-288.

11 Makarov A.A., Kovalenko E.D., Solomatin D.A., Matorina N.M. Metody polevoj i laboratornoj ocenki nespecificheskoj ustojchivosti rastenij k boleznyam. Tipy ustojchivosti rastenij k boleznyam // Materialy nauchnogo seminaru. RASHN, VIZR, Innovacionnyj centr zashhity rastenij. S.-P., 2003. S.17-24.

12 Makarov A.A., Solomatin D.A., Strizhekozina Ju.A. Laboratornyj metod vyjavlenija chastichnoj (rasonespecificheskoj) ustojchivosti pshenicy k buroj rzhavchine // Metodicheskie rekomendacii po zashhite rastenij. RASHN, VIZR, S.-P., 1998. S.148-152.

13 Afanasenko O.S. Selekcionnaja cennost' specificheskoj i nespecificheskoj ustojchivosti zernovyh kul'tur k gemibiotrofnym patogenam. Tipy ustojchivosti rastenij k boleznyam // Materialy nauchnogo seminaru. RASHN, VIZR, Innovacionnyj centr zashhity rastenij. S.-P., 2003. S. 25-32.

14 Steffenson B.J. Investigation on *Pyrenophora teres f.teres*, the cause of net blotch of barley: patotypes, host resistance, yield loss, and comparative epidemiology to *Rhynchosporium secalis* by time series analysis // Ph.D.Thesis. University of California Danis, 1988. R. 211.

15 Kremneva O.Ju., Volkova G.V. Struktura populjacij *Pyrenophora tritici-repentis* na Severnom Kavkaze po virulentnosti i morfologo-kul'tural'nym priznakam // Mikologija i fitopatologija. – 2007. - № 4. S. 356-361.

16 Luz W.C., Hosford R.M. Twelve *Pyrenophora trichostoma* races for virulence of wheat in Central Plains of North America // Phytopathology, 1980, v.79, №12. R.1193-1196.

17 Lamari L., Strelkov S.E., Yahyaoni A. et.al. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat // Phytopathology, v.93. 2003. R.391-396.

18 Šarova J. Incidence of wheat leaf spot pathogens in the Czech Republic // Cereal Research Communication. v.31, 2003. R.145-151.

19 Volkova G.V., Kremneva O.Ju., Andronova A.E., Nadykta V.D. Zheltaja pjatnistost' list'ev pshenicy (vozbuditel' *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler): Monografija, Moskva, OOO"AMA-PRESS", 2012. S. 62-82.