

Л.П. Сочалова, старший научный сотрудник,
*ФГБНУ Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и
селекции – филиал ИЦиГ СО РАН,
(630090, Новосибирск, Россия, просп. Академика Лаврентьева, 10, ИЦиГ СО РАН)*

ИСТОЧНИКИ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К ЛИСТОСТЕБЛЕВЫМ ПАТОГЕНАМ НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

По результатам изучения в 2013-2015 гг. более 1000 генотипов яровой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР в условиях изолированного инфекционного питомника, расположенного в поселке Мичуринский Новосибирской области (Западная Сибирь), было выявлено 80 надежных источников Lr-, Sr- и Pm-генов устойчивости и комбинаций генов (специфической и возрастной устойчивости), представляющих интерес в качестве исходного материала к мигрирующим заболеваниям – бурой ржавчине, стеблевой ржавчине и мучнистой росе на территории Новосибирской области. Исследование устойчивости к бурой ржавчине проводили на искусственном фоне заражения; мучнистой росе и стеблевой ржавчине – на естественном жестком провокационном фоне. Выявление источников новых эффективных генов обусловлено как изменением в составе патогенов на территории области, так и потерей устойчивости к бурой ржавчине сортов с ранее высокоэффективным геном Lr9 и сильным их поражением стеблевой ржавчиной и мучнистой росой. Источники эффективных генов: с Lr от *Aegilops speltoides* (с Lr28, Lr35/Sr39, Lr47), Lr48, Lr49, LrAg.i./PmAg.i, LrKu/PmKu, LrBel/PmBel, Lr24/Sr24, Lr19/Sr25+Lr26/Sr31, Lr13+Lr37/Sr38+Sr36+Sr2, Pm6+Pm3d+Pm1; Pm6+Pm4b+Pm3d+Pm2; Pm4b+Pm5+Pm1; Pm4b+Pm5 Pm4b+Pm3d – представляют особую значимость для становления иммунитета культуре к патогенам.

Ключевые слова: пшеница, инфекционный питомник, бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, мучнистая роса, источники, гены.

L.P. Sochalova, senior research officer
*FSBSI Siberia Research Institute of plant-growing and breeding, subsidiary of ITsG SO
РАН,
(630090, Novosibirsk, Russia, Av. Academician Lavrentiev, 10, ITsG SO RAN)*

THE SOURCES OF RESISTANCE GENES OF WHEAT TO LEAF AND STEM PATHOGENS ON THE TERRITORY OF THE NOVOSIBIRSK REGION

According to the study of more than 1000 genotypes of soft spring wheat from the world collection of IPI grown in the conditions of isolated infectious farm in the village of Michurinsky (the Novosibirsk region, Western Siberia) we developed 80 reliable sources of Lr, Sr and Pm-genes of resistance and combination of genes (of specific and age resistance), which can be interesting as an initial material to migrating diseases (brown rust and powdery mildew) on the territory of the Novosibirsk region. The study of resistance to brown rust was carried out with the artificial infection and the study of resistance to stem rust and powdery mildew was carried out with the natural provocative infection. We could find the sources of the new efficient genes because of the change in a set of the pathogens on the territory of the region and due to a loss of resistance to brown rust among the varieties with previous highly efficient gene Lr9 and their heavy infection with stem rust and powdery mildew. Such sources of the efficient genes as from Lr to *Aegilops speltoides* (c Lr28, Lr35/Sr39, Lr47), Lr48, Lr49, LrAg.i./PmAg.i, LrKu/PmKu, LrBel/PmBel, Lr24/Sr24, Lr19/Sr25+Lr26/Sr31, Lr13+Lr37/Sr38+Sr36+Sr2, Pm6+Pm3d+Pm1; Pm6+Pm4b+Pm3d+Pm2; Pm4b+Pm5+Pm1; Pm4b+Pm5 Pm4b+Pm3d have a special value for acquiring of the crop immunity to these pathogens.

Keywords: *wheat, infectious farm, brown rust, stem (stalk) rust, powdery mildew, sources, genes.*

В Новосибирской области ежегодно наиболее вредоносными инфекционными болезнями яровой мягкой пшеницы являются возбудители мучнистой росы (*Blumeria graminis f. sp. tritici*) и бурой листовой ржавчины (*Puccinia recondita Rob. ex. Desm. f. sp. tritici*) [1, 2]. Источниками зимней сохранности инфекции патогенов в области являются зараженные с осени сорта озимой мягкой пшеницы [3]. Культивируемые в производстве на данной территории сорта яровой и озимой пшеницы с генами Lr1, Lr3, Lr10, Lr26, Lr34, Pm8, Pm4b, Pm38 неустойчивы к указанным видам заболеваний [2, 3].

Начиная с 2008 г., на территории области отмечается поражение сортов яровой мягкой пшеницы с ранее высокоэффективным геном Lr9 (от *Aegilops umbellulata*) [4], а годом ранее – в Омске и Челябинске [5]. Нарастание частот изолятов в структуре патогена, вирулентных к этому гену в Западной Сибири (38%) и на Урале (42%) [6], обусловлено резким увеличением в производстве на данных территориях высокопродуктивных коммерческих сортов (Терция, Квинта, Челяба юбилейная, Челяба степная, Тулеевская, Удача, Новосибирская 44, Апасовка и др.), имеющих этот ген устойчивости [2, 4-7]. Новые сорта с одинаковыми генами зачастую рекомендуются для выращивания в нескольких регионах, что приводит к быстрому накоплению вирулентных

рас патогенов и последующему их распространению в природной популяции других территорий [6-9].

В Новосибирской области периодически (2008, 2010–2011 гг.) отмечается поражение бурой ржавчиной в коллекции на сортах (10-65% / тип 3) с геном Lr19 (Юлия, Волгоуральская, WW 17283), хотя в зерновом производстве области отсутствуют сорта-носители этого гена [2, 10]. В данном случае здесь, видимо, важную роль играют миграции спор патогена из отдаленных территорий [11, 12], например, из Поволжья, где широко в производстве возделываются сорта (Добрыня, Л503) с геном Lr19 [12].

Повсеместное выращивание коммерческих сортов с одинаковыми генами, может стать одной из основных причин возникновения массовых эпифитотий и появления ещё более опасных мигрирующих заболеваний [8, 9]. В последние годы на территории Западной Сибири одним из таковых является возбудитель стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis f. sp. tritici*), причиняющий вред пшенице с 2008 г. в Омской области [13], а с 2010 г. уже в Новосибирской [2]. Сильное поражение этим патогеном в Новосибирской обл. отмечено в 2010 и 2011 гг. (70–100%). Прежде всего, этому послужили как благоприятно сложившиеся условия среды с мая по июль, так и раннее проявление (период начала выколашивания) симптомов поражения на восприимчивых сортах яровой пшеницы [2].

После экстремально засушливого летнего сезона 2012 г. (ГТК в мае – 0,74 мм; июне – 0,32; июле – 0,03; августе – 0,41), который был губителен для патогенов бурой и стеблевой ржавчины (оценка - 0), на территории Новосибирской обл. не отмечается поражение бурой ржавчиной (с 2013 г.) на сортах с геном Lr19 [2].

В 2013–2015 гг. стеблевая ржавчина в онтогенезе пшеницы в Новосибирской обл. проявлялась достаточно поздно (период молочно-восковой спелости), поэтому имела слабый (10–15%) и умеренный (30–40%) характер развития, тогда как патогены бурой ржавчины и мучнистой росы на восприимчивых сортах яровой мягкой пшеницы как местной (Новосибирская 15, Лютесценс 25, Удача, Александрина), так и инорайонной селекции (Тюменская 80 (Тюмень), Терция (Омск), Канская, Свирель (Красноярск), Тулунская 12 (Иркутск), Квинта, Зауралочка (Челябинск), Алтайская 110, Степная волна (Алтайский край)) проявляли себя более агрессивно: 90–100% и 60–90% соответственно.

Цель работы обусловлена поиском генетически новых источников резистентности к листостеблевым заболеваниям пшеницы, неидентичных ранее используемым в селекции в СибНИИРС, а также изменением в составе патогенов на территории Новосибирской области.

Материалы и методы. Оценку устойчивости исследуемых генотипов (более 1000 образцов яровой пшеницы из мировой коллекции ВИР *Triticum aestivum* L.) к популяции

патогенов проводили в 2013–2015 гг. в условиях изолированного инфекционного питомника, расположенного в пос. Мичуринский Новосибирской области. Исследования устойчивости к бурой ржавчине проводили на искусственном фоне заражения, где растения озимой пшеницы в период «кущения-трубкования» инокулировали суспензией спор, состоящей из рас и биотипов местной популяции патогена, с использованием метода влажных микрокамер [14]; к мучнистой росе и стеблевой ржавчине – на естественном жестком провокационном фоне. Степень поражения оценивали в процентах по шкале Peterson et al. [15]. В период заражения поддерживали увлажнение растений.

Результаты. Оценка образцов яровой мягкой пшеницы выявила 80 наиболее надёжных источников Lr-, Sr- и Pm-генов (специфической и общей устойчивости) российского и зарубежного происхождения, многие из которых представляют ценность как для селекции, так и для становления иммунитета культуре к листостеблевым мигрирующим заболеваниям на территории Новосибирской области.

Высоким иммунитетом (оценка 0) к местным расам бурой листовой ржавчины обладали сорта: Челябин 75 из Челябинска, CS 2A/2M (с геном Lr28) из Австралии, Маркиз (с возрастным геном Lr35) из Канады и Pavon (с Lr47) из Мексики. Геном каждого из них несёт высокоэффективный ген устойчивости от *Aegilops speltoides* [7]. Необходимо также отметить, что сорт Челябин 75 в годы (2010–2011гг.) эпифитотии стеблевой ржавчины имел небольшое поражение этим заболеванием (10–25%).

Высоконадежными к местным расам возбудителя *P. recondita* были источники пшеницы, обладающие сочетанием генов специфической, а также специфической и возрастной устойчивости: **Lr23+Lr10** (Гибрид 21 из ИЦиГ СО РАН (из России), Lee (из США), Kenya Farmer (из Кении), Димитровка 5-14 (из Болгарии), K-20 (из ЮАР), Gabo (из Австралии), **Lr23+Lr10+Lr3** (Pastor), **Lr23+Lr26** (Genaro T 81), **Lr12+Lr10**, **Lr16** (Exchange из США), **Lr13+Lr17** (Jinia F 66 из Мексики), **Lr34+Lr10**, **Lr12** (AC Domain) и **Lr13+Lr22a**, **Lr11** (AC Minto из Канады), **Lr34+Lr10**, **Lr13** (Robins Rust Resistant из Австралии), **Lr34+Lr13**, **Lr10**, **Lr1** (Roblin из Канады), **Lr49+Lr34** (Маргарита из Ульяновской обл.). Из новых поступлений из мировой коллекции ВИР (2014–2015гг.) выявлены сорта, устойчивость которых к бурой ржавчине обеспечивается комбинациями генов **Lr26+Lr10+Lr1** (Курьер из Краснодарского края), **Lr13+Lr17**, **Lr27+Lr31** (Anahuac F 75 из Мексики), **Lr48+Lr34** (Экада 70 из Самары, линия мягкой пшеницы CSP44), **Lr49+Lr34** (VL404 из Индии). Ряд исследователей (Вьюшков, 1988; Вьюшков, Сюков и др., 1991; Сюков и др., 1992) полагают, что высокая устойчивость сортов к бурой ржавчине с сочетанием генов **Lr10+Lr23**, контролируется ещё и возрастным геном **Lr13** [16]. По данным Е.И. Гульяевой (2012), линию мягкой пшеницы CSP44 с геном Lr48 и

сорт VL404 с геном Lr49 можно рекомендовать в качестве доноров возрастной устойчивости к бурой ржавчине в России [7].

Высокую степень устойчивости (оценка 0) к трем патогенам – к бурой ржавчине, мучнистой росе и стеблевой ржавчине в 2013–2015 гг. обеспечивали источники, несущие доминантные гены [17]: **LrAg.i/PmAg.i.** от *Eletrigia* (*Agropyron*) *intermelium* (Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Тулайковская 100, Лютесценс 101, Тулайковская 105, Тулайковская 108 (+Lr19), Тулайковская 110), **LrKu/PmKu** (Лютесценс 13 из Самары), **LrBel/PmBel** (Белянка, Фаворит из Саратова). Не поражались этими патогенами также сорта Золотица из Самары и Мерцана из Тамбова, устойчивость которых к указанным заболеваниям, по всей видимости, контролируется схожими генами устойчивости. Однако оценка 2011 гг. выявила, что растения сортов Тулайковская 5, Тулайковская 10 и Тулайковская золотистая (других в исследовании небыло) проявляли неоднородную (х) устойчивость к стеблевой ржавчине (от 1 до 65%/тип 3 балла) [2]. Возможно, что их устойчивость к возбудителю *P. graminis* контролируется двумя генами устойчивости. При чем стабильность одного из них к патогену, по всей вероятности, во многом зависит от сроков проявления заболевания в период вегетации и условий среды (температуры и влажности) года исследования.

Иммунологическую однородность (оценка 0) к бурой и стеблевой ржавчине сохраняли сорта с генами от *Agropyron elongatum*: **Lr19/Sr25** (Эгисар 29, Л 503, Л 505 (из Саратова), Волгоуральская (из Самары), Юлия (из Пензы), Экада 6 (из Ульяновска) (все из России); WW 17283 (из Швеции) PS 130 (из Китая), **Lr24/Sr24** (Квинтус (из Германии), BR 31, OCEPAR 11 – Juriti (из Бразилии), Skua, Cunnigharn (из Австралии), MN 81330, Grandin, Gus (из США), SST 23, SST 25 (из ЮАР), PS131, PS133 (из Китая)). Наиболее устойчивые к этим патогенам были также источники с комбинациями генов: **Lr3+Lr37/Sr38** (Sunstate), **Lr13+Lr37/Sr38+Sr36+Sr2** (Ellison) и **Lr3a+Lr37/Sr38** (Binnu из Австралии), в которых главенствующая роль, по всей видимости, принадлежит Lr37 гену (от *Aegilops ventricosum*) возрастной устойчивости к бурой ржавчине, а также высоконадежным было сочетание специфических генов **Lr19/Sr25+Lr26/Sr31** (Омская 37, Омская 38, Омская 41 из Омска). Эффективность последней комбинации генов к патогенам отмечают и другие исследователи [13, 18]. Они также сообщили, что сцепленность генов Lr19 и Sr25 позволяет эффективно защищать пшеницу от расы стеблевой ржавчины Ug 99. С.Н. Сибикеев с соавторами (2011) рекомендуют использовать в современной селекции также сочетание генов Lr19 и Lr37 [18].

Эффективными комбинациями генов к местным расам возбудителя мучнистой росы (*P. graminis*) являлись: **Pm6+Pm3d+Pm1** (сорт Banti из Польши), **Pm6+Pm4b+Pm3d+Pm2**

(Canon из Швеции), **Pm4b+Pm5+Pm1** (Triso), **Pm4b+Pm5** (Anemos из Германии) и **Pm4b+Pm3d** (Quatro из Италии), в большинстве которых присутствует ген Pm4b, который в отдельности не контролирует устойчивость к патогену на территории Западной Сибири [2, 10, 19]. Известно, что ген Pm4b (от Solo из Германии) встречается в сортах сибирской селекции с геном Lr9 [19], которые в достаточно сильной степени поражаются мучнистой росой. Высокоиммунные к этому заболеванию были генотипы сортов WW 17283, SW Milljet, SW Estrad, SW Vinjett, SW Vals (из Швеции), Кампанин, Дьяблон, Сертори, ЛП 588-1-06, Amaretto, Epos (из Германии), Siracl (из Чехии), Omega (из Польши), PS 62, Ke Zhuang (из Китая), Sable, 606 (из Канады), генетическая природа устойчивости которых пока неизвестна. Тогда как менее экспрессивные к *B. graminis* были сочетания генов **Pm9+Pm1, Pm2** (Normandie из Франции) и **Pm2+Pm6** (Wisc. 245 (CJ 12633) из США): от 0 до 5% и 1–5 до 25% соответственно.

Выводы. Из мировой коллекции ВИР выявлено 80 источников яровой мягкой пшеницы с надёжными генами специфической (Lr24, Lr28, Lr47, Lr-Челяба 75, LrAg.i./PmAg.i; LrKu/PmKu; LrBel/PmBel), возрастной (Lr35, Lr48, Lr49) устойчивости и с сочетаниями генов расоспецифической (Lr19/Sr25+Lr26/Sr31) и общей устойчивости (Lr34+Lr13+Lr10; Lr34+Lr12+Lr10; Lr13+Lr37), в настоящее время способные обеспечивать защиту культуре к вредоносным листостеблевым заболеваниям на территории Новосибирской области.

Источниками наиболее эффективных генов и сочетаний генов можно рекомендовать для селекции культуры на иммунитет к патогенам на территории Новосибирской области. К бурой ржавчине – сорт Челябин 75 (с LrAeg. speltoides), CSP44 (с Lr48+Lr34), VL404 (с Lr49+Lr34); к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине и мучнистой росе – Тулайковская 10 и др. (с LrAg.i./PmAg.i), Лютесценс 13 (с LrKu/PmKu), Фаворит (с LrBel/PmBel); к бурой ржавчине и стеблевой ржавчине – Омская 37, Омская 38 (с Lr19/Sr25+Lr26/Sr31), Cunnigharn, PS 131 (с Lr24/Sr24), Ellison (с Lr13+Lr37/Sr38+Sr36+Sr2); к мучнистой росе - Banti с генами Pm6+Pm3d+Pm1, Canon с Pm6+Pm4b+Pm3d+Pm2, Anemos с Pm4b+Pm5, Triso с Pm4b+Pm5+Pm1, Quatro с Pm4b+Pm3d.

Литература

1. Сочалова, Л.П. Проблема малого числа г/енов устойчивости, применяемых в селекции, и пути её решения / Л.П. Сочалова // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата. – Новосибирск, 2014. – С. 274–282.

2. Сочалова, Л.П. Генетическое разнообразие яровой пшеницы по устойчивости к мигрирующим заболеваниям / Л.П. Сочалова, И.Е. Лихенко.– Новосибирск, 2015.– 195 с.
3. Сочалова, Л.П. Агробиологическая характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции СибНИИРС / Л.П. Сочалова, И.Е. Лихенко, В.И. Пономаренко // Достижения науки и техники АПК. – 2014.– № 4. – С. 32–35.
4. Сочалова, Л.П. Влияние генотипа сорта на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* / Л.П. Сочалова, Ю.А. Христов // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2009. – № 10.– С. 61–67.
5. Мешкова, Л.В. Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины Th Lr9 в регионах Сибири и Урала / Л.В. Мешкова, Л.П. Россеева, Е.Р. Шрейдер, А.В. Сидоров // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам.– С.-Петербург. 2008.– С. 70–73.
6. Гулятьева, Е.И. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Eriks / Е.И. Гулятьева, Е.Л. Шайдаюк, И.А. Казарцев, М.К. Аристова // Вестник защиты растений. – 2015.– № 3(85).– С. 5–10.
7. Гулятьева, Е.И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика эффективности Lr-генов устойчивости / Е.И. Гулятьева .– С.-Петербург, 2012.
8. Кривченко, В.И. Проблема размещения источников устойчивости к инфекционным болезням зерновых культур для селекции на иммунитет / В.И. Кривченко // Тр. по прикладной. бот., ген. и сел. – Л., 1977. – Т. 58, вып. 3. – С. 7–13.
9. Кривченко, В.И. Современные стратегии селекции на иммунитет и обеспеченность их донорами устойчивости / В.И. Кривченко // Сб.: Проблемы использования генофонда в селекции растений на иммунитет к болезням и вредителям.– Л.: Изд-во ВИР, 1987.– С. 4–12.
10. Сочалова, Л.П. Скрининг исходного материала яровой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине / Л.П. Сочалова, И.Е. Лихенко // Современные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур.– Новосибирск, 2012.– С. 170–176.
11. Одинцова, И.Г. Связь между популяциями возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории СССР и её значение для селекции / И.Г. Одинцова, Л.Ф. Шеломова, А.А. Аманов, Х.О. Пеуша // Сб.: Проблемы использования генофонда в селекции растений на иммунитет к болезням и вредителям.– Л., 1987.– С. 12–18.
12. Маркелова, Т.С. Изучение структуры и изменчивости популяции бурой ржавчины пшеницы в Поволжье / Т.С. Маркелова // «Изд-во Агрус». Агро XXI. – 2007. – № 4–6.

13. Белан, И.А. Иммунологическая оценка материала «КАСИБ» в условиях южной лесостепи Западной Сибири / И.А. Белан, Л.П. Россеева, Л.В. Мешкова, С.С. Шепелев, Ю.И.Зеленский // Вестник Алтайского гос. аграр. универ-та. – 2012.– № 10.– С. 39–43.
14. Неклеса, Н.П. Применение влажной камеры при создании искусственного инфекционного фона ржавчинных хлебных злаков в полевых условиях / Н.П. Неклеса // Труды V Всесоюз. совещ. по иммунитету растений. Киев. – 1969.– С. 104–110.
15. Peterson, R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // Canad. J. Res. (Section C), 1948. V. 26. P. 496–500.
16. Вьюшков, А.А. Селекция яровой мягкой и твердой пшеницы в Среднем Поволжье: автореферат диссертации д-ра биологических наук. – Безенчук, 1998.– 66 с.
17. Сюков, В.В. Генетическая коллекция мягкой пшеницы по устойчивости к бурой листовой ржавчине: методические рекомендации / В.В. Сюков, Д.Е.Зубов. – Самара: СамНЦ РАН, 2008.– 24 с.
18. Сибикеев, С.Н. Оценка набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы НИИСХ Юго-Востока на устойчивость к расе стеблевой ржавчине Ug 99 + Sr24 (TTKST) / С.Н. Сибикеев, Т.С. Маркелова, А.Е. Дружинин // Доклады РАСХН. – 2011. – №2.– С. 3–5.
19. Мешкова, Л.В. Стратегия создания сортов зерновых культур, устойчивых к грибным патогенам / Л.В. Мешкова // Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды. Новосибирск, 2006. – С. 82–98.

Literature

1. Sochalova, L.P. Problems of a minor number of the genes of resistance, used in the breeding and ways of its solution / L.P. Sochalova // Crop breeding under changeable climatic conditions. – Novosibirsk, 2014.– PP. 274-282.
2. Sochalova, L.P. Genetic diversity of spring wheat in tolerance to migrating diseases / L.P. Sochalova, I.E. Likhenko. – Novosibirsk, 2015. – 195 p.
3. Sochalova, L.P. Agrobiological characteristics of varieties and lines of soft winter wheat developed in SibRIRS / L.P. Sochalova, I.E. Likhenko, V.I. Ponomarenko // Achievements of science and technique in AIC. – 2014. – № 4.– PP. 32–35.
4. Sochalova, L.P. Effect of a variety genotype on the structutr of pathogen population of brown rust Puccinia recondite / L.P. Sochalova, Yu.A. Khristov // Siberian Vestnik of Agriculture. – 2009. – № 10. – PP. 61–67.

5. Meshkova, L.V. Virulence of pathotypes of brown rust Th Lr9 in the regions of Siberia and Urals / L.V. Meshkova, L.P. Roseeva, E.R. Shreyder, A.V. Sidorov // Present problems of plant immunity to harmful organisms.– St.Petersburg,2008.– PP. 70–73.
6. Gulyaeva, E.I. Structure of Russian population of the fungus *Puccinia triticina* Eriks / E.I. Gulyaeva, E.L. Shaydayuk, I.A. Kazartsev, M.K. Aristova // Vestnik of plant protection. – 2015. – № 3(85).– PP. 5–10.
7. Gulyaeva, E.I. Methods of identification of genes of resistance of wheat to brown rust with the help of DNA-markers and the characteristics of efficiency of Lr-genes / E.I. Gulyaeva. – St.Petersburg, 2012.
8. Krivchenko, V.I. Problem of placement of sources of tolerance to infectious diseases of grain crops selected for immunity / V.I. Krivchenko // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding. – L., 1977.– V. 58, Iss. 3.– PP. 7–13.
9. Krivchenko, V.I. Present strategies of breeding on immunity and availability of the donors of resistance / V.I. Krivchenko // Coll.: Problems of use of genofund in plant-breeding on immunity to diseases and pests.– L: Publ, VIR, 1987.– PP. 4–12.
10. Sochalova, L.P. Screening of initial material of spring wheat on tolerance to brown rust / L.P. Sochalova, I.E. Likhenko // Present problems of crop breeding and seed-growing. – Novosibirsk, 2012.– PP. 170–176.
11. Odintsova, I.G. Connection among the populations of brown rust pathogens on the territory of the USSR and its significance for breeding / I.G. Odintsova, L.F. Shelomova, A.A. Amanov, Kh.O. Peusha // Coll.: Problems of use of genofund in plant-breeding on immunity to diseases and pests. – L:Publ, VIR, 1987.– PP. 12–18.
12. Markelova, T.S. Study of the structure and changeability of brown rust population in Povolzhie / T.S. Markelova // 'Publ. Agrus'. Agro XXI. – 2007. – № 4–6.
13. Belan, I.A. Immunological assessment of the material 'KASIB' in the conditions of the southern forest-steppe of West Siberia / I.A. Belan, L.P. Roseeva, L.V. Meshkova, S.S. Shepelev, Yu.I. Zelensky // Vestnik of the Altay State Agr. Univ. – 2012.– № 10. – PP. 39–43.
14. Neklesa, N.P. Use of wet chamber when making an artificial infectious surrounding of rust bread crops on the field trials / N.P. Neklesa // Works of the V-th All-Union Committee on plant immunity. – Kiev, 1969. – PP. 104–110.
15. Peterson, R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // Canad. J. Res. (Section C), 1948. V. 26. P. 496–500.
16. Viyushkov A.A. Spring soft and durum wheat breeding in the Middle Povolzhie: thesis of D.Biol.Sc., Bezenchuk, 1998. – 66 p.

17. Syukov, V.V. Genetic collection of soft wheat on resistance to brown rust: methodical recommendations. Samara / V.V. Syukov, D.E. Zubov. – SamSC RAS, 2008. – 24 p.
18. Sibikeev, S.N. Evaluation of a set of introgression lines of spring soft wheat on resistance to stem rust Ug 99 + Sr24 (TTKST) / S.N. Sibikeev, T.S. Markelova, A.E. Druzhinin // reports of RAA.– 2011. – №2.– P. 3–5.
19. Meshkova, L.V. Strategy of development of grain crop varieties, tolerant to fungus pathogens / L.V. Meshkova // Selection on plant resistance to biotic and abiotic environmental factors. –Novosibirsk, 2006.– PP. 82–98.