

- Lr34 in the varieties and collection samples of winter soft wheat developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(3). S. 329–332. DOI 10.18699/VJ18.368.
2. Gul'tyaeva E. I., Soloduhina O. V. Rzhavchinnye bolezni zernovyh kul'tur. Izuchenie geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam [Rust diseases of grain crops. The study of genetic resources of grain crops for their resistance to pests]. M.: Kniga, 2008. S. 5–11.
3. Danilova A. V., Volkova G. V. Karlikovaya rzhavchina – progressiruyushchee zabolevanie yachmenya [Dwarf rust is a progressive barley disease] // Zashchita i karantin rastenij. 2015. № 7. S. 46–48.
4. Dorohov D. B., Kloke Eh. Bystraya i ehkonomichnaya tekhnologiya RAPD analiza rastitel'nyh genomov [Rapid and economical technology of RAPD analysis of plant genomes] // Molekulyarnaya genetika. 1997. T. 3, № 4. S. 443–450.
5. Chelkowski J., Golka L., Steptien I. Application of STS marker for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Tratcher. // J. Appl. Genet. 2003. Vol. 44. Pp. 323–338.
6. Gupta S. K., Charpe A., Koul S., Prabhu K. V., Haq Q. M. Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulata*-derived leaf rust-resistance gene, Lr9, for marker-assisted selection in bread wheat // Genome. 2005. Vol. 48, No. 5. Pp. 823–830.
7. Gupta S. K., Charpe A., Prabhu K. W., Haque O. M. R. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 113. Pp. 1027–1036.
8. Helguera M., Khan I. A., Kolmer J., Lijavetzky D., Zhong-qi L., Dubcovsky J. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines // Crop Science. 2003. Vol. 43. Pp. 1839–1847.
9. Herrera-Foessel S. A., Singh R. P., Huerta-Espino J., William M., Rosewarne G., Djurle A., Yuen J. Identification and Mapping of Lr3 and a Linked Leaf Rust Resistance Gene in Durum Wheat // CROP SCIENCE. 2007. Vol. 47. Pp. 1459–1466.
10. Kolmer J. A. Virulence phenotypes of *puccinia triticina* in South Atiantik in 1999 // Plant Diseases. 2002. No. 88(3). Pp. 288–291.
11. Lagudah E. S., McFadden H., Singh R. P., Huerta-Espino J., Bariana H. S., Spielmeier W. Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 114. Pp. 21–30.
12. Mago R., Bariana H. S., Dundas I. S., Spielmeier W., Lawrence G. J., Pryor A. J., Ellis J. G. Development or PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm // Theor. Appl. Genet. 2005. Vol. 111. Pp. 496–504.
13. Mains E. B., Jackson H. S. Physiological specialization in leaf rust of wheat? *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16. Pp. 89–120.
14. Neu C. H. et al. Genetic mapping of the Lr 20-Pml resistance locus reveals suppressed recombination on chromosome arm 7AL in hexaploid wheat // Genome. 2002. Vol. 45. Pp. 737–744.
15. Peterson R. F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity jn leaves and stem of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.
16. Qiu J. W., Schürch A. C., Yahiaoui N., Dong L. L., Fan H. J., Zhang Z. J., Keller B., Ling H. Q. Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene Lr1 of wheat // Theor. Appl. Genet. 2007. Vol. 115. Pp. 159–168.
17. Weng Y., Azhaguvel P., Devkota R. N., Rudd J. C. PCR based markers for detection of different sources of 1AL.1RS and 1BL.1RS wheat-rye translocations in wheat background. Plant Breed. 2007. Vol. 126. Pp. 482–486.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 631.526:632.9(470.54/567.58)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72

## РОЛЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА В СЕЛЕКЦИИ РЖАВЧИНОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

**Л. Т. Мальцева**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-2926-0933;

**Е. А. Филиппова**, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

**Н. Ю. Банникова**, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-0395-5924;

**В. А. Бердюгин**, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-2703-7781

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» г. Екатеринбург

620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а; e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Одним из факторов, ограничивающих рост урожайности пшеницы в Зауралье, является поражение посевов листовыми болезнями, проявляющимися с регулярностью три раза в десять лет, унося от 5 до 30% урожая. В 2015–2017 гг. на фоне эпифитотий бурой и стеблевой ржавчины из 17 районированных сортов яровой мягкой пшеницы высокую толерантность проявили лишь два сорта – Радуга (Курганский НИИСХ) и Уралосибирская (СибНИИСХоз), занимающие в области всего 8–9% площади. Для создания новых сортов привлечены генетические коллекции отечественного и зарубежного происхождения. На эпифитотийном фоне выявлены сорта и образцы с эффективными генами устойчивости. Целенаправленно проведен отбор в гибридных популяциях. Оценены морфологически выровненные линии для размножения. Для ускоренного создания новых сортов предложен устойчивый и толерантный к болезням, адаптивный к местным условиям исходный материал из коллекционного питомника: сорта Сигма, Памяти Леонтьева, Боевчанка, Фаворит, Новосибирская 31, Ингала, Сударыня, Геракл,

Уралосибирская, Радуга; в питомнике Казахстано-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) – сорта Лютесценс 120, Новосибирская 18, Родник, Лютесценс 27-12, Лютесценс 248/05-3, ЛД 25, Лютесценс 34/08-19, Элемент 22, Лютесценс 6/04-4. Из 57 гибридных популяций, устойчивых к широкому спектру рас стеблевой и бурой ржавчины, в том числе и к вирулентной расе Ug99, выделено 1340 высокоурожайных линий. Особый интерес представляют 5 линий из Сибирского питомника челночной селекции (СПЧС) с комплексной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе и 6 сортообразцов с идентифицированными генами к стеблевой ржавчине Sr31, Sr25. Изученный материал включен в селекционный процесс.

**Ключевые слова:** пшеница, исходный материал, устойчивость к болезням, бурая и стеблевая ржавчины, урожайность.



## THE ROLE OF THE INITIAL MATERIAL IN BREEDING OF THE SPRING SOFT WHEAT VARIETIES RESISTANT TO RUST IN ZAURALYE

**L. T. Maltseva**, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0003-2926-0933;

**E. A. Filippova**, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

**N. Yu. Bannikova**, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-0395-5924;

**V. A. Berdyugin**, researcher, ORCID ID: 0000-0002-2703-7781

*FSBSI "Uralsky Federal Agricultural Center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences", Ekaterinburg*

620142, Ekaterinburg, Str. Belinsky, 112a; e-mail: kniish@ketovo.aural.ru

One of the factors limiting the growth of wheat productivity in Zauralye is the crop infection with leaf-stem diseases, which regularly occur three times in ten years, reducing the harvest on 5 to 30%. In 2015–2017 only two spring soft wheat varieties "Raduga" (Kurgan RIA) and "Uralosibirskaya" (SibRIA) (on 8–9% of the total area) out of 17 regionalized ones showed high tolerance to epiphytity of brown and stem rust. The genetic collections of domestic and foreign origin have been used to develop new varieties. On the epiphytotic background there were identified varieties and samples with effective resistance genes. There has been conducted a target selection in the hybrid populations. There have been estimated morphologically aligned lines for reproduction. For the fast development of new varieties, there has been suggested stable and tolerant to the diseases, adaptive to local conditions initial material, namely the varieties "Sigma", "Pamyati Leontieva", "Boevchanka", "Favorit", "Novosibirskaya 31", "Ingala", "Sudarynia", "Geraki", "Uralosibirskaya", "Raduga" taken in the collection nursery; and the varieties and lines "Lutescens 120", "Novosibirskaya 18", "Rodnik", "Lutescens 27-12", "Lutescens 248/05-3", "LD 25", "Lutescens 34/08-19", "Element 22", "Lutescens 6/04-4" taken in the nursery of the Kazakh-Siberian Spring Wheat Improvement Network (KSSWIN). There have been identified 1340 highly productive lines out of 57 hybrid populations resistant to a wide range of brown rust types, including the virulent type Ug99. The 5 lines from the Siberian Breeding Nursery (SPCS) with complex resistance to brown and stem rust, powdery mildew and 6 varieties with the identified resistance genes to stem rust Sr31, Sr25 are of particular interest. The studied material is included in the breeding process.

**Keywords:** wheat, initial material, resistance to diseases, brown and stem rust, productivity.

**Введение.** Селекцию на высокую продуктивность и стабильность урожая по годам в условиях континентального климата Зауралья необходимо увязывать с засухоустойчивостью и иммунитетом возделываемых сортов, так как в регионе наступление весенне-летней засухи является обычным явлением, а в благоприятные по увлажнению годы велика вероятность поражения растений листостебельными болезнями. За последние годы (2015–2017 гг.) наблюдалось эпифитотийное распространение на посевах мягкой пшеницы бурой (*Puccinia recondite* Rob. Sp. tritici) и стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers.), во многом обусловленное изменением климата, миграцией фитопатогенов, возникновением мутаций по генам вирулентности, потерей резистентности высеваемых в производстве сортов к новым вредоносным расам. Потери урожая от повреждения болезнями достигают от 5 до 30% (Давоян и др., 2014). Существует возможность занесения с африканского континента возбудителя стеблевой ржавчины вирулентной расы Ug99 (открыта в Уганде, 1999 г.), поражающей генотипы с геном устойчивости Sr31.

В настоящее время все районированные в области сорта в разной степени поражаются ржавчиной. Сорт Терция с высокоэффективным геном устойчивости к бурой ржавчине LrTg, включенный в Госреестр по Уральскому и Западно-Сибирскому регионам, в последние годы потерял свою резистентность. Распространение сортов, полученных на основе Терции, привело к отбору вирулентных рас. Эволюция паразита и смена расового состава болезней требуют постоянного поиска новых доноров резистентных генов, привлечения для этой цели молекулярных маркеров (Гулятьева, Методическое пособие, 2016).

С их использованием выявлено широкое распространение у яровых сортов генов Lr9 и Lr19, идентифицированных у сортов Волгоуральская, Терция, Тулеевская, Соната, Дуэт, Зауралочка, распространенных в Уральском регионе.

Путь использования генетических возможностей в рекомбинационной селекции наиболее экономически и экологически выгоден в противодействии болезням. Эффективным является перенос генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, сцепленных между собой: Lr19/Sr25, Lr24/Sr24, Lr37/Sr38, Yr17 и др. – с последующим беккроссированием с целью увеличения адаптации в гибридном потомстве (Воронкова, 1980). Наиболее прочную устойчивость к листовой ржавчине обеспечивают гены Lr13 и Lr34 (Сочалова и Лихенко, 2011). Перспективен в практической работе новый инструмент отбора – генетические маркеры (MAS). Примером может служить сцепление гена устойчивости к бурой ржавчине Lr19 с геном, обуславливающим желтую окраску муки и мякиша хлеба. Ген Lr34 тесно сцеплен с генами устойчивости к мучнистой росе (Pm38), желтой ржавчине (Yr18), а также с геном некроза верхушек листьев. Ген Lr34 обеспечивает неспецифическую устойчивость, протекающую по типу медленного развития. Селекция на иммунитет более эффективна при скрещивании устойчивых сортов, иммунных аналогов и селекционных линий (Белан и др.).

Целью исследований являются: поиск за счет привлечения мировых генетических коллекций эффективных доноров для ускоренного создания генотипического разнообразия сортов мягкой яровой пшеницы для региона, создания на их основе гибридных популяций; отбор в местных условиях адаптивных

форм, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на естественном инфекционном фоне 2015–2017 гг. Материалом исследования служили сорта мягкой яровой пшеницы отечественных и зарубежных оригинаторов, коллекции ВИР. Увеличили разнообразие резистентного материала сорта из питомников КАСИБ (совместная международная программа Казахстано-Сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы). По результатам идентификации, проведенной с использованием молекулярных маркеров, в этих сортах присутствуют гены устойчивости к агрессивной расе стеблевой ржавчины Ug99: Sr2, Sr25, Sr35, Sr36. Против сибирской популяции стеблевой ржавчины выявлены сорта с эффективными генами Sr25, Sr31 и Sr57 (Шаманин и др., 2016). Источниками линий с комплексной устойчивостью к болезням и другим негативным факторам среды явились индивидуальные отборы из гибридных популяций питомника СПЧС (совместная международная программа челночной селекции под эгидой СИММИТ, Мексика), проведенные в местных условиях. Новый материал в настоящее время занимает свыше 50% наполнения селекционных питомников и 70% вновь созданных гибридных комбинаций. Объем скрещиваний составляет ежегодно от 50 до 100 комбинаций, число изучаемых линий – до 2–3 тысяч. Посев проводится в оптимальные сроки на делянках площадью от 1 до 10 м<sup>2</sup> в 1–3-кратной повторности (в зависимости от наличия семян) без применения удобрений и химзащиты. Наблюдения и учеты проводили по методике Госкомиссии, дисперсионный анализ – по Б. А. Доспехову (Доспехов, 1985). Устойчивость растений к ржавчинам оценена по типу реакции в баллах по шкале Стэкмана и Левина (Гулятьева и Солодухина, 2008).

**Результаты и их обсуждение.** Распространению бурой и стеблевой ржавчин в Зауралье благоприятствовали погодные условия 2015, 2016, 2017 гг. Гидротермический коэффициент вегетационного периода

(ГТК) в 2015 г. составил 1,1; в 2016 г. – 0,95; в 2017 г. – 1,25. Массовая вспышка листовых болезней отмечена в июле. В этом месяце в 2015 г. выпало 90 мм осадков (150% к норме) при среднесуточной температуре 18 °С. В 2016 г. осадки составили 241,8% при 19,6 °С; в 2017 г. – 128% при температуре 17,6 °С.

В качестве исходного материала для гибридизации использована рабочая коллекция в объеме 90–100 сортов различных биотипов. Стандартами в группах по длине вегетационного периода служат районированные сорта Омская 36, Терция, Омская 35. На естественном фоне распространения бурой и стеблевой ржавчин в 2015–2017 гг. они показали низкую устойчивость в 3–4 балла и, следовательно, низкую урожайность – 1,52–1,73 т/га. В раннеспелой группе толерантность проявили следующие сорта: Памяти Леонтьева, Боевчанка, Сигма, превысившие по урожайности Омскую 36 на 0,58–0,87 т/га (табл. 1).

В среднеспелой группе по урожайности превысили стандарт Терцию на 0,42–0,56 т/га такие сорта, как Фаворит, Лютесценс 241/00-4, Ингала. Устойчивость к бурой ржавчине проявили Фаворит, Лютесценс 415/00, Новосибирская 31; к стеблевой – Лютесценс 241/00-4, Ингала, Сударыня. В среднепоздней группе в 2015–2017 гг. среди сортов с урожайностью 2,40–2,67 т/га выделились Геракл, Л-210-99-10, Л-290-99-7, Радуга, Уралосибирская, превысив за счет устойчивости к болезням на 0,74–1,01 т/га стандарт Омская 35.

В 2017 г. поражение бурой ржавчиной отмечено в III декаде июня. В коллекции устойчивые сорта (0 баллов) составили 22%, устойчивость в 4 балла имели 44% сортов. Появление стеблевой ржавчины отмечено со II декады июля, погодные условия августа содействовали ее распространению до эпифитотии, что проявилось в суммарном падении урожайности сортов с низким иммунитетом к обеим болезням. Учет поражения стеблевой ржавчиной в разные сроки (в конце июля и в конце августа) позволил выявить сорта с устойчивостью, обусловленной механизмами медленного развития патогена, что в меньшей степени снизило их урожайность (рис.).

## 1. Урожайность и устойчивость к болезням сортов пшеницы (2015–2017 гг.) 1. Wheat varieties productivity and resistance to diseases (2015–2017)

Сорт	Урожайность, т/га					Ржавчина, балл				
						бурая		стебловая*		
	2015	2016	2017	$X_{cp}$	$\pm$ , к ст.	2016	2017	2016	2017/1	2017/2
Раннеспелая группа										
Омская 36, st.	1,61	1,37	1,59	1,52	st.	4	4	4	3	4
Памяти Леонтьева	1,99	2,71	2,70	2,39	+0,87	3	0	4	0	3
Сигма	1,88	2,48	2,27	2,21	+0,69	3	2,5	3	0	2,5
Боевчанка	1,49	2,59	2,21	2,10	+0,58	3	3	4	0,5	3
Среднеспелая группа										
Терция, st.	1,84	1,72	1,63	1,73	st.	3	4	4	3,5	4
Фаворит	1,83	2,48	2,58	2,29	+0,56	1	0	4	1	4
Лютесценс 241/00-4	1,67	2,39	2,67	2,24	+0,51	3	4	4	0	2,5
Ингала	1,46	2,26	2,73	2,105	+0,42	3	4	3,5	1	3
Среднепоздняя группа										
Омская 35, st.	1,96	1,34	1,69	1,66	st.	3,5	4	4	3	4
Лютесценс 210-99-10	2,20	2,90	2,64	2,58	+0,92	4	0	4	0	1,5
Лютесценс 290-99-7	2,50	2,57	2,78	2,61	+0,95	4	3	4	0	1,5
Геракл	2,30	2,60	3,02	2,64	+0,98	4	2	4	0	1,5
Радуга	2,37	2,42	3,20	2,67	+1,01	2,5	3	4	0	1,5
Уралосибирская	2,02	2,55	2,64	2,40	+0,74	3,5	3	4	1	2

\* В 2017 г. наблюдения проведены: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа. НСР<sub>0,5</sub> – 0,38 т/га.

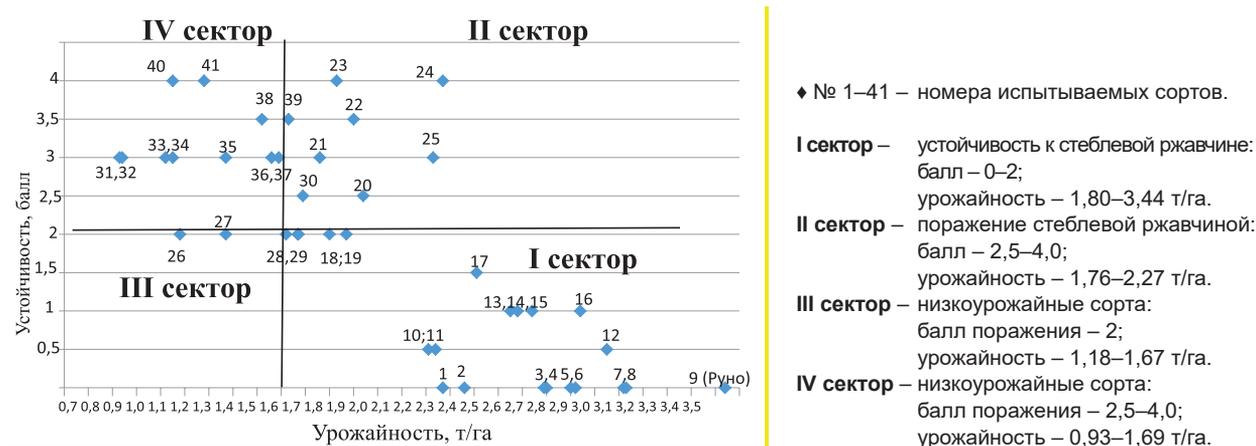


Рис. Связь урожайности сортов с устойчивостью к стеблевой ржавчине (2017 г.)

Fig. Correlation of variety productivity with resistance to stem rust (2017)

Наибольший интерес в секторе I вызывают сорта, сочетающие высокую урожайность (2,64–3,44 т/га) с устойчивостью к ржавчине (0–1 балл): № 3 – Память Леонтьева; № 4 – Радуга; № 5 – Омская 39; № 6 – Элемент 22; № 7 – Омская 41; № 8 – Геракл; № 9 – Руно (полба); № 12 – Л-307-97; № 14 – ОК-2; № 15 – Уралосибирская. Во II секторе толерантные сорта: № 24 – Черноземноруральская; № 25 – Новосибирская 31. Наибольший ущерб стеблевая ржавчина нанесла сортам при их поражении в 3–4 балла (сектор IV): № 31 – Чебаркульская 2; № 32 – Челябинка степная; № 33 – Рикс; № 34 – Омская 18; № 40 – ОмГАУ 90; № 41 – Челябинка 2. Выделенные по комплексу призна-

ков сорта включены в скрещивания по заранее составленной схеме, предусматривающей дополнение и усиление признаков, недостающих в улучшаемых генотипах.

Питомник КАСИБ изучен в объеме 52 сортов различного эколого-географического происхождения в 17 пунктах Казахстана и Сибири. По итогам результатам испытания в Курганском НИИСХ среди раннеспелых сортов по урожайности за три года выделились Лютесценс 120, Новосибирская 18, Родник (табл. 2). Эти же сорта отнесены по рангу КАСИБ к наиболее пластичным, то есть сохраняющим высокий уровень урожайности в различных условиях выращивания.

## 2. Урожайность и устойчивость к ржавчине сортов питомника КАСИБ в экологическом испытании (КНИИСХ – КАСИБ)

### 2. Productivity and resistance to rust of the varieties developed by the KASIB in an ecological trial, KRIA – KASIB

Сорт	Урожайность, т/га					Ржавчина, балл, КНИИСХ				
	КНИИСХ, 2015–2017 гг.		КАСИБ, 2015–2016 гг.			бурая		стеблевая*		
	$X_{cp}$	$\pm$ , к ст.	$X_{cp}$	$\pm$ , к ст.	ранг**	2016	2017	2016	2017/1	2017/2
Раннеспелая группа										
Саратовская 29, st.	1,71	st.	2,14	st.	46	4	4	4	3	4
Новосибирская 18	1,85	+0,14	2,53	+3,9	11	4	4	4	3	4
Обская 2	1,74	+0,03	2,43	+2,9	26	4	0	4	2	4
Родник	1,84	+0,13	2,44	+3,0	25		1,5	4	1,5	4
Среднеспелая группа										
Терция, st.	1,92	st.	2,40	st.	22	4	4	4	2	4
Лютесц. 248/05-3	2,69	+0,77	2,67	+2,7	18	0,5	0	0,5	0	1,5
Лютесценс 27-12	3,20	+1,28	2,56	+1,6	5	0	0	0,5	0	1
ЛД 25	2,32	+0,40	2,80	+4,0	3	0	0	0	0	2,5
Среднепоздняя группа										
Омская 35, st.	1,80	st.	2,56	st.	20	4	4	4	2	4
Айна	2,30	+0,50	2,35	-2,1	21	0,5	0	0	1	3
Элемент 22	3,07	+1,21	3,10	+5,4	1	0,5	0	0,5	0	2,5
Лютесценс 6/04-4	2,93	+1,13	2,76	+2,0	47	0,5	1	0	0	2
Л-654	1,57	-0,23	2,75	+1,9	9	0	0	0	0	4

\* В 2017 г. два наблюдения: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа.  $HC_{P_{0,5}}$  – 0,25 т/га.

\*\* Ранг-перечень п/п всех сортов в списке КАСИБ по мере увеличения урожайности.

По такому же принципу выделены среднеспелые сорта Лютесценс 27-12, Лютесценс 248/05-3, ЛД 25; среднепоздние – Лютесценс 34/08-19, Элемент 22 и Лютесценс 6/04-4. Высокий ранг урожайности сортов в экологическом испытании КАСИБ при его совпадении с продуктивностью в наших условиях дает оценку пластичности сортов, ее генетической обусловленности.

При испытании в местных условиях выявлены сорта, наиболее устойчивые как к отдельным болезням, так и к их комплексу. В раннеспелой группе представляют интерес сорта Обская 2, Родник; в среднеспелой – Лютесценс 248/05-3, Лютесценс 27-12, ЛД 25; в среднепоздней – Айна, Элемент 22, Лютесценс 6/04-4, Лютесценс 654. Гетерогенность некоторых сортов была использована в проведении внутрисортных индивидуальных отборов.

Пополнение новыми генетическими источниками устойчивости к листовостебельным болезням осуществлено за счет поступления гибридных популяций по линии челночной селекции (СПЧС) и набора сортообразцов, прошедших испытание в Уганде на фоне искусственного заражения агрессивной расой Ug99. Из этого материала отобраны селекционные линии, перспективные в наших условиях. При испытании по типу контрольного питомника в 2017 г. на фоне эпифитотии ржавчины 17 линий по урожайности превзошли стандарт Омскую 36. По комплексной устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе выделено 5 линий от сложных скрещиваний с урожайностью 2,78–3,05 т/га, что выше стандарта на 0,36–0,63 ц/га (табл. 3). С морфологически однородными перспективными образцами продолжится аналитическая работа.

### 3. Урожайность и устойчивость к болезням линий питомника СПЧС (2016–2017 гг.) 3. Productivity and resistance to diseases of the lines developed by the SPChS (2016–2017)

Каталог СПЧС	Комбинация	Урожайность, т/га				Мучнистая роса	Ржавчина, балл			
		2016	2017	$X_{cp}$	$\pm$ , к st.		бурая		стеблевая*	
						2017	2016	2017	2016	2017
St.	Омская 36	2,24	2,58	2,42	st.	4,0	4	4	3,5	3
ЧС-15/9	CHELYABA/3/PASTOR/ /	2,82	2,75	2,78	+0,30	1,0	2,5	0	1,5	1,5
ЧС-15/11	CHELYABA/3/PASTOR/ /	3,07	3,03	3,05	+0,60	1,5	0	0	3,0	1,5
ЧС-15/14	LUTESCENS 304/3/T.DICOI	2,61	3,08	2,84	+0,40	2,0	0	0	2,0	1,5
ЧС-15/15	GVK 1369.2//JNRB.5/PIFED	2,84	2,73	2,78	+0,30	1,5	1,5	1	3,0	1,5
ЧС-15/23	27.90.98.3/4/MILAN/SHA7/3/	2,64	3,16	2,90	+0,40	1,0	0,5	3	1,5	0,5

\* В 2017 г. два наблюдения: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа. НСР<sub>0,5</sub> – 0,32 т/га.

Коллекция по устойчивости к вирулентной расе Ug99, отобранная в Кении, и к западносибирской популяции стеблевой ржавчины (по оценке в ОмГАУ, 2014 г.) составила 149 образцов. По сочетанию комплекса признаков урожайности, устойчивости к листовостебельным ржавчинам, качеству зерна в 2017 г. выде-

лены сортообразцы с идентифицированными генами устойчивости к стеблевой ржавчине Sr31, Sr25, представляющие селекционный интерес (табл. 4). Урожайность резистентных образцов составила в среднем за два года от 2,71 до 3,25 т/га, что выше стандарта Омская 36 на 0,25–0,79 т/га.

### 4. Характеристика образцов питомника Ug99 (2016–2017 гг.) 4. Characteristics of the samples Ug99 (2016–2017)

Каталог	Происхождение	Урожайность, т/га				Мучнистая роса, балл	Ржавчина, балл		Идентифицированные гены
		2016	2017	$X_{cp}$	$\pm$ , к st.		бурая	стеблевая	
st.	Омская 36	2,34	2,58	2,46	st.	4	4	3	–
Ug-8	L. 7-04-6	2,87	3,63	3,25	+0,79	3	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-25	L. 242-97-22-11	3,01	3,12	3,06	+0,60	2	0	0,5	Sr31
Ug-31	L. 242-97-2-40	2,08	3,39	2,73	+0,27	2	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-60	L 196	2,84	3,21	3,02	+0,56	1	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-74	L 656	2,34	3,21	2,77	+0,31	2	0	1,5	Sr31
Ug-75	L 488	2,68	2,74	2,71	+0,25	3	0	3	Sr31, Sr25

Морфологически выровненные, высокоурожайные, устойчивые к болезням образцы размножены, лучшие из них включены в план гибридизации. Объем скрещиваний в 2015, 2016 и 2017 гг. составил соответственно 97, 84 и 123 комбинации в год. Гибриды F<sub>0</sub> в зимнее время в целях размножения высевали в искусственных условиях освещения, F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub> – в теплице и в полевых опытах с последующим индивидуальным отбором в F<sub>3</sub>–F<sub>5</sub>.

**Выводы.** Появлению новых агрессивных рас листовостебельных болезней противостоит расширение генетических коллекций с набором разнообразных генов устойчивости. На фоне эпифитотии бурой и листовой ржавчин 2015–2017 гг. выделено 11 сортов

отечественной селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков, устойчивых и толерантных к поражению ржавчинами. Из питомников КАСИБ, СПЧС, Ug99-Кения (соответственно в объеме 52, 39, 149 сортов и гибридных комбинаций) выделены высокопродуктивные устойчивые формы с широким набором генов. Из 57 гибридных популяций яровой мягкой пшеницы, устойчивых к широкому спектру рас стеблевой и бурой ржавчины, в том числе и к вирулентной расе Ug99, выделено 1340 высокоурожайных линий. Изученный материал включен в селекционный процесс.

Статья написана при поддержке гранта РФФИ № 17-44-450901.

**Библиографические ссылки**

1. Белан И. А., Россеева Л. П., Мешкова Л. В., Шепелев С. С., Зеленский Ю. И. Иммунологическая оценка материала «КАСИБ» в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского аграрного университета. 2012. № 10(96). С. 39–42.
2. Воронкова А. А. Генетико-иммунологические основы селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине. М.: Колос, 1980. 192 с.
3. Гултыяева Е. И. Разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы IV Междунар. конференции. СПб. – Пушкин, 2016. 124 с.
4. Давоян Э. Р., Беспалова Л. А., Давоян Р. О., Зубанова Ю. С., Миков Д. С., Филобок В. А., Худокормова Ж. Н. Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4/1. С. 732–736.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1958. 351 с.
6. Сочалова Л. П., Лихенко И. Е. Генетическая устойчивость сортов яровой пшеницы к облигатно-аэрогенным заболеваниям в условиях лесостепи Приобья. Каталог сортов-доноров генов устойчивости. Новосибирск, 2011. 15 с.
7. Шаманин В. П., Потоцкая И. В., Клевакина М. В. Оценка сибирской коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Казанского ГАУ. 2016. № 2(40). С. 55–58.

**References**

1. Belan I. A., Rosseeva L. P., Meshkova L. V., Shepelev S. S., Zelenskij Yu. I. Immunologicheskaya ocenka materiala "KASIB" v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Immunological evaluation of the KASIB material in the southern forest-steppe of the Western Siberia] // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. 2012. № 10(96). S. 39–42.
2. Voronkova A. A. Genetiko-immunologicheskie osnovy selekcii pshenicy na ustojchivost' k rzhavchine [Genetic and immunological basis of wheat breeding on rust resistance]. M.: Kolos, 1980. 192 s.
3. Gul'tyaeva E. I. Raznoobrazie rossijskih sortov myagkoj pshenicy po genam ustojchivosti k buroj rzhavchine [Diversity of the Russian spring soft wheat varieties according to their brown rust resistance] // Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: materialy IV Mezhdunar. konferencii. SPb. – Pushkin, 2016. 124 s.
4. Davoyan Eh. R., Bepalova L. A., Davoyan R. O., Zabanova Yu. S., Mikov D. S., Filobok V. A., Hudokormova Zh. N. Ispol'zovanie molekulyarnyh markerov v selekcii pshenicy na ustojchivost' k buroj rzhavchine v Krasnodarskom NIISKH im. P. P. Luk'yanenko [The use of molecular markers in wheat breeding on brown rust resistance in the Krasnodar NIIRKh named after P. P. Lukyanenko] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18, № 4/1. S. 732–736.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1958. 351 s.
6. Sochalova L. P., Lihenko I. E. Geneticheskaya ustojchivost' sortov yarovoj pshenicy k obligatno-aehrogennym zabolevaniyam v usloviyah lesostepi Priob'ya [Genetic resistance of spring wheat varieties to obligate-aerogenic diseases in the forest steppe of the Pre-Ob region]. Katalog sortov-donorov genov ustojchivosti. Novosibirsk, 2011. 15 s.
7. Shamanin V. P., Potockaya I. V., Klevakina M. V. Ocenka sibirskoj kolekcii yarovoj myagkoj pshenicy na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Estimation of the Siberian collection of spring soft wheat on stem rust resistance in the southern forest-steppe of the Western Siberia] // Vestnik Kazanskogo GAU. 2016. № 2(40). S. 55–58.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.