

**Юрий Николаевич Кашуба**

Омский аграрный научный центр, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, Омск, Россия

E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru

**Людмила Викторовна Мешкова**

Омский аграрный научный центр, заведующая лабораторией иммунитета растений, кандидат биологических наук, Омск, Россия

E-mail: Meshkova\_LV@mail.ru

**Владимир Михайлович Трипутин**

Омский аграрный научный центр, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Омск, Россия

E-mail: vtriputin@mail.ru

### ОЦЕНКА ИНТРОГРЕССИВНЫХ ФОРМ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ И СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ

Целью исследований являлось выделение устойчивых к ржавчечным заболеваниям коллекции ВИР для их дальнейшего использования в селекционной работе Омского аграрного научного центра (АНЦ). Определялась задача оценки интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы по некоторым хозяйственно ценным признакам (устойчивость к болезням, зимостойкость, вегетационный период, продуктивность). Объектом исследований в 2019–2020 гг. были коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы, полученные с привлечением *Aegilops tauschii*, *Triticum monosocum*, *Triticum timopheevii*, *Secale cereale*. В наших условиях интрогрессивные формы характеризовались ранним колошением в сравнении со стандартным сортом Омская 4 (разница 1–5 суток). По зимостойкости выделились образцы KS96WGRC39 и KS96WGRC36 с близкими к стандарту значениями (55–58 %). У номеров KS91WGRC11, KS92WGRC16, KS96WGRC34 и KS92WGRC19 зимостойкость составила 50 %, что было в пределах НСР. По продуктивности коллекционные образцы в своем большинстве уступили стандарту, но отмечены недостоверные снижения для номеров KS96WGRC34 и KS96WGRC39. Оценка на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине проводилась в лабораторных и полевых условиях. Наиболее устойчивыми к этим болезням были образцы KS91WGRC11, KS96WGRC36 и KS96WGRC39. Также выделяются формы KS96WGRC34 и KS92WGRC16 с неплохими показателями полевой устойчивости. Все вышеперечисленные коллекционные номера рекомендуются для включения в гибридизацию при селекции озимой пшеницы в регионе. Важно отметить, что изученный материал озимой пшеницы содержал в отличие от яровой пшеницы другие эффективные гены устойчивости к бурой ржавчине. Закрепление таких генов в новом селекционном материале не допустит единообразия в общей защите пшеницы от этой болезни в регионе.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, образец, устойчивость, бурая ржавчина, стеблевая ржавчина.

**Yuri N. Kashuba**

Omsk Agrarian Research Center, Senior Researcher, Winter Crops Breeding Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences, Omsk, Russia

E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru

**Lyudmila V. Meshkova**

Omsk Agrarian Scientific Center, Head of the Laboratory of Plant Immunity, Candidate of Biological Sciences, Omsk, Russia

E-mail: Meshkova\_LV@mail.ru

**Vladimir M. Triputin**

Omsk Agrarian Research Center, Senior Researcher, Winter Crops Breeding Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Omsk, Russia  
E-mail: vtriptin@mail.ru

## ASSESSMENT OF INTROGRESSIVE FORMS OF WINTER SOFT WHEAT WHEAT FOR RESISTANCE TO BROWN AND STEM RUST

The aim of the research was to identify disease-resistant samples of the VIR collection for their further use in the selection work of the Omsk Agricultural Research Center (ARC). The task of assessing introgressive forms of winter soft wheat by some valuable characteristics (disease resistance, winter hardiness, vegetation period, productivity) was determined. The object of research was collectible samples of winter soft wheat obtained with the involvement of *Aegilops tauschii*, *Triticum monococcum*, *Triticum timopheevii*, *Secale cereale* in 2019–2020. Introgressive forms were characterized by early earing in comparison with the standard variety Omsk 4 (the difference is 1–5 days) in our conditions. According to winter hardiness, the samples KS96WGRC39 and KS96WGRC36 with values close to the standard (55–58 %) are distinguished. The numbers KS91WGRC11, KS92WGRC16, KS96WGRC34, and KS92WGRC19 had a winter hardiness of 50 %, which was within the NSR. In terms of productivity, the collection samples were mostly inferior to the standard, but unreliable declines were noted for the numbers KS96WGRC34 and KS96WGRC39. The assessment of resistance to brown and stem rust was carried out in laboratory and field conditions. Samples KS91WGRC11, KS96WGRC36 and KS96WGRC39 were the most resistant to both diseases. The forms KS96WGRC34 and KS92WGRC16 with good indicators of field resistance are also distinguished. All of the above collection numbers are recommended for inclusion in hybridization in the selection of winter wheat in the region. It is important to note that the studied material of winter wheat contained, in contrast to spring wheat, other effective genes for resistance to brown rust. Fixing such genes in the new breeding material will not allow uniformity in the overall protection of wheat from this disease in the region.

**Key words:** winter wheat, accession, resistance, brown rust, stem rust.

**Введение.** Для яровой мягкой пшеницы, ведущей зерновой культуры Западной Сибири и Северного Казахстана, характерны восприимчивость к аэрогенным инфекциям и вспышки листовых болезней разной интенсивности [1, 2]. Поражение яровой пшеницы ржавчиной возможно и с посевов озимой пшеницы. Сорты озимой мягкой пшеницы Омская озимая, Омская 4 и Прииртышская, возделываемые в Омской области, не устойчивы к листовым заболеваниям. Поэтому выведение новых сортов озимой пшеницы с набором разных генов устойчивости к болезням, в том числе отличающихся и от яровой пшеницы, станет важным элементом в общей структуре защиты растений.

Для мягкой пшеницы источниками устойчивости к болезням могут быть дикие и культурные сородичи [3, 4]. Созданные с их участием интрогрессивные формы имеются в коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР).

**Цель исследований.** Выделение устойчивых к ржавчинным заболеваниям образцов коллекции ВИР для их дальнейшего использования

в селекционной работе Омского аграрного научного центра (АНЦ).

**Задачи:** оценка интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы по некоторым хозяйственно ценным признакам (устойчивость к болезням, зимостойкость, вегетационный период, продуктивность).

**Методы и условия проведения исследований.** Объектом исследований являлись коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы, полученные с привлечением *Aegilops tauschii* (KS91WGRC11, KS92WGRC16, KS96WGRC39, KS96WGRC40), *Triticum timopheevii* (KS96WGRC36, KS96WGRC38), *Triticum monococcum* (KS92WGRC23, KS96WGRC34) и *Secale cereale* (KS92WGRC19). Для их характеристики по наличию генов устойчивости использована база данных Genetic Resources Information System (GRIS) [5].

Полевые исследования осуществлены на базе лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ в 2019–2020 гг. в соответствии с методическими рекомендациями ВИР [6]. Предшественником являлся кулисный пар. Кол-

лекционные образцы располагались на делянках площадью 3 м<sup>2</sup>. В качестве стандарта использован сорт озимой пшеницы Омская 4.

В лаборатории иммунитета Омского АНЦ изучалась восприимчивость к ржавчинным заболеваниям на стадии проростков в светокультуре по методике Л.А. Михайловой и К.В. Квитко [7].

Оценка поражения образцов болезнями проводилась по шкале ВИР [8], в которой у растительных объектов предусмотрены: устойчивость (R), умеренная устойчивость (MR), умеренная восприимчивость (MS), восприимчивость (S).

В период исследований более благоприятным (по осадкам и температуре воздуха) для проявления листостеблевых заболеваний был 2019 г. Гидротермический коэффициент (ГТК) в июне этого года составил 1,76, а в июле – 0,94. Очаговое проявление бурой ржавчины на озимой пшенице фиксировалось в третьей декаде июня, а к середине июля на восприимчивых образцах отмечалось 100 % поражение бурой ржавчиной.

Стеблевая ржавчина на растениях появилась несколько позднее, что позволило провести качественную оценку исходного материала. Уборка делянок осуществлялась 16 августа.

Преобладание засухи в 2020 г. (ГТК<sub>июня</sub> = 0,89 и ГТК<sub>июля</sub> = 0,20) вызвало ускоренное развитие и раннее созревание коллекционных образцов, поэтому они практически не поразились болезнями в полевых условиях. Уборка коллекции проводилась 27 июля.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Фаза колошения во многом определяет сроки созревания, и продолжительность периода всходы-колошение позволяет оценить в целом весь вегетационный период. В нашем наборе все интрогрессивные формы имели несколько меньшую продолжительность межфазного периода всходы-колошение, чем стандартный сорт Омская 4. Эта разница составляла в среднем 1–5 суток (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика образцов в условиях Омской области (2019–2020 гг.)**

Образец	Период всходы - колошение, сутки	Зимостойкость, %	Продуктивность, г/м <sup>2</sup>
Омская 4, стандарт	277	55	332
KS91WGRC11	273	50	194
KS92WGRC16	273	50	129
KS96WGRC39	274	55	276
KS96WGRC40	272	48	185
KS96WGRC36	273	58	192
KS96WGRC38	273	45	265
KS92WGRC23	276	30	160
KS96WGRC34	274	50	304
KS92WGRC19	272	50	205
НСП <sub>05</sub>	3	7	61

При изучении исходного материала озимой пшеницы в Западной Сибири особое внимание обращается на зимостойкость [9]. В опыте по данному показателю ближе к стандарту оказались образцы KS96WGRC36 и KS96WGRC39 (соответственно 58 и 55 %). Недостовверное снижение зимостойкости до 50 % отмечалось у номеров KS91WGRC11, KS92WGRC16, KS96WGRC34 и KS92WGRC19.

По продуктивности все коллекционные образцы уступали стандарту. Но для образцов

KS96WGRC34 и KS96WGRC39 значения продуктивности были в пределах НСП.

При оценке на устойчивость к бурой ржавчине надо учитывать присутствие у возделываемых в Омской области сортов яровой пшеницы известного гена *Lr9*, а также генов *Lr19*, *Lr26* и *Lr34* [10]. Поэтому в процессе создания сортов озимой пшеницы предпочтительны другие эффективные гены.

В нашем опыте наибольшую устойчивость к бурой ржавчине показали образцы с участием

*Aegilops tauschii* (табл. 2). Наличие у номеров KS91WGRC11, KS92WGRC16 и KS96WGRC39 нескольких генов (от двух до трех) позволит защитить растения от этой болезни на более дли-

тельный период. Устойчивость к бурой ржавчине у образца KS96WGRC40 обеспечивается геном *Lr41*, а у образца KS96WGRC36 (группа *Triticum timopheevii*) – геном *Lr50*.

Таблица 2

## Устойчивость образцов к ржавчине (2019–2020 гг.)

Образец	Идентифицированные гены и транслокации	Бурая ржавчина		Стеблевая ржавчина	
		Лаборатория	Поле	Лаборатория	Поле
Омская 4, стандарт	–	S	100S	S	60S
KS91WGRC11	<i>Lr21, Lr41, Lr42</i> [5]; <i>Sr1A1R, Sr24</i> [11]	R	5MR	R	R
KS92WGRC16	<i>Lr21, Lr39, Lr43</i> [5]; <i>Sr1A1R, Sr24</i> [11]	R	15MR	S	10MR
KS96WGRC39	<i>Lr18, Lr41; Sr10, SrAmi</i> [5], <i>Sr1A1R, Sr24</i> [11]	R	5MR	R	сх*
KS96WGRC40	<i>Lr41; 1AL.1RS</i> [5]	R	5MR	S	30MS
KS96WGRC36	<i>Lr50</i> [5]; <i>Sr1A1R, Sr24</i> [11]	R	5MR	R	сх
KS96WGRC38	<i>Lr41; 1AL.1RS</i> [5]	S	15MR	S	сх
KS92WGRC23	<i>Sr28</i> [11]	S	40S	S	R
KS96WGRC34	<i>T1AL.1RS</i> [5]	R	15MR	S	10MR
KS92WGRC19	<i>T4BL.6RL, T1AL.1RS</i> [5]	S	80S	S	15MR

\*сх – сухой лист.

Высокую устойчивость к стеблевой ржавчине имели образцы KS91WGRC11, KS96WGRC36 и KS96WGRC39. У них есть общие гены *Sr1A1R, Sr24* [11], а у образца KS96WGRC39 также гены *Sr10, SrAmi* [5].

По комплексу признаков (зимостойкость, продуктивность, устойчивость к болезням) выделяется образец KS96WGRC39. Данные признаки с учетом полевой устойчивости к этим видам ржавчины не плохо выражены и у номера KS96WGRC34. Образцы KS91WGRC11, KS92WGRC16 и KS96WGRC36 устойчивы к болезням и относительно зимостойки. Все вышеперечисленные номера рекомендуются как источники устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине при создании новых сортов озимой пшеницы в регионе.

## Выводы

1. Интрогрессивные формы озимой пшеницы в условиях Омской области характеризовались ранним колошением в сравнении со стандартным сортом Омская 4 (разница 1–5 суток).

2. Оценка по ряду показателей (устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине, зимостойкость, продуктивность) показала, что в качестве исходного материала в регионе могут быть использованы образцы KS96WGRC39, KS96WGRC34, KS91WGRC11, KS92WGRC16 и KS96WGRC36.

3. Изученный нами материал озимой пшеницы содержал, в отличие от яровой пшеницы, другие эффективные гены устойчивости к бурой ржавчине. Закрепление таких генов в новом селекционном материале позволит не допустить единообразия в общей защите пшеницы от этой болезни в регионе.

## Список источников

1. Койшыбаев М. Болезни пшеницы. Анкара, 2018. 365 с.
2. Россеева Л.П., Белан И.А., Мешкова Л.В. и др. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 7. С. 5–12.
3. Леонова И.Н., Орловская О.А., Родер М.С. и др. Молекулярно-генетическое разнообразие интрогрессивных линий мягкой пшеницы (*T. aestivum* / *T. timopheevii*) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4-1. С. 681–690.
4. Воронов С.И., Лапочкина И.Ф., Марченкова Л.А. и др. Пребридинговые исследования пшеницы мягкой по повышению устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам в Нечерноземной зоне РФ // Бюллетень ГНБС. 2019. Вып. 132. С. 102–108. DOI: 10.25684/NBG.BOOLT.132.2019.13.

5. Международная база данных GRIS (Genetic Resources Information System). URL: <http://wheatpedigree.net> (дата обращения: 05.04.2021).
6. Градчанинова О.Д., Филатенко А.А, Руденко М.И. Изучение мировой коллекции пшеницы: метод. указания. Л.: ВИР, 1984. 26 с.
7. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Микология и фитопатология: в 4 т. М.: Колос, 1970. Т. 3. 273 с.; Т. 4. 269 с.
8. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие / под ред. Е.Е. Радченко. М., 2008. 418 с.
9. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М. и др. Результаты изучения исходного материала озимой мягкой пшеницы для селекции в южной лесостепи Западной Сибири // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири: сб. науч. ст. / СибНИИСХ. Омск, 2018. С. 224–227.
10. Пожерукова В.Е., Шаманин В.П., Гладких М.С. и др. Оценка коллекции сортов сети КАСИБ в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2019. № 1. С. 30–37.
11. Баранова О.А., Коваленко Н.М., Хакимова А.Г. и др. Идентификация Sr генов в образцах пшеницы из новых поступлений коллекции ВИР, устойчивых к стеблевой ржавчине // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: тез. докл. IV междунар. науч. конф. / ВНИИЗР. Пушкин, 2016. С. 18.
3. Leonova I.N., Orlovskaya O.A., Roder M.S. i dr. Molekulyarno-geneticheskoe raznoobrazie introgressivnyh linij myagkoj pshenicy (*T. aestivum* / *T. timopheevii*) // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18, № 4-1. С. 681–690.
4. Voronov S.I., Lapochkina I.F., Marchenkova L.A. i dr. Prebridgingovye issledovaniya pshenicy myagkoj po povysheniyu ustojchivosti k bioticheskim i abioticheskim stressam v Nechernozemnoj zone RF // Byulleten' GNBS. 2019. Vyp. 132. S. 102–108. DOI: 10.25684/NBG.BOOLT.132.2019.13.
5. Mezhdunarodnaya baza dannyh GRIS (Genetic Resources Information System). URL: <http://wheatpedigree.net> (data obrascheniya: 05.04.2021).
6. Gradchaninova O.D., Filatenko A.A, Rudenko M.I. Izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy: metod. ukazaniya. L.: VIR, 1984. 26 s.
7. Mihajlova L.A., Kvitko K.V. Mikologiya i fitopatologiya: v 4 t. M.: Kolos, 1970. T. 3. 273 s.; T. 4. 269 s.
8. Izuchenie geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam: metod. posobie / pod red. E.E. Radchenko. M., 2008. 418 s.
9. Kashuba Yu.N., Kovtunencko A.N., Triputin V.M. i dr. Rezul'taty izucheniya ishodnogo materiala ozimoy myagkoj pshenicy dlya selekcii v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Sostoyanie i perspektivy nauchnogo obespecheniya APK Sibiri: sb. nauch. st. / SibNIISH. Omsk, 2018. S. 224–227.
10. Pozherukova V.E., Shamanin V.P., Gladkih M.S. i dr. Ocenka kollekcii sortov seti KASIB v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestnik Omskogo GAU. 2019. № 1. S. 30–37.
11. Baranova O.A., Kovalenko N.M., Hakimova A.G. i dr. Identifikaciya Sr genov v obrazcah pshenicy iz novyh postuplenij kollekcii VIR, ustojchivyh k steblevoj rzhavchine // Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: tez. dokl. IV mezhdunar. nauch. konf. / VNIIZR. Pushkin, 2016. S. 18.

### References

1. Kojshybaev M. Bolezni pshenicy. Ankara, 2018. 365 s.
2. Rosseeva L.P., Belan I.A., Meshkova L.V. i dr. Selekcija na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine yarovoj myagkoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri // Vestnik Altajskogo GAU. 2017. № 7. S. 5–12.