

Получение нового селекционного материала с транслокацией, несущей ген устойчивости *Lr42*

*Потешкина А.А. *, м. н. с., Апарина В.А., м. н. с., Сухомлинов В.Ю., агроном I категории, Пискарев В.В., к. с.-х. н., зав. лаб. биотехнологии сельскохозяйственных растений.*

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

**email:alina.lisa-91@yandex.ru*

*Селекция на иммунитет повышает урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой мягкой пшеницы. В процессе эволюции постоянно возникают новые расы патогенов, и преодолевается устойчивость эффективных генов. Дикие виды пшеницы несут в себе большое генетическое разнообразие и могут стать источником для переноса эффективных генов устойчивости. Цель исследования заключалась в том, чтобы получить ценный селекционный материал с транслокацией *Lr42*, перенесенной от дикого предка *Aegilops tauschii* Coss. В июле 2022 года была проведена гибридизация и получены гибриды первого поколения, которые осенью были беккроссированы. В 2023 был проведен фитопатологический анализ в лабораторных условиях, для выявления устойчивых рекомбинантов. В результате данного исследования были получены гибриды и беккроссы в количестве 13 и 327 зерен соответственно, а также выделены 19 устойчивых линий в комбинациях Сибирска12×KS91WGRC11 (*Lr42*) × Сибирска12 и Сибирска14 × KS91WGRC11 (*Lr42*) × Сибирска14.*

Ключевые слова: пшеница, бурая ржавчина, транслокация, устойчивость.

Obtaining a new breeding material with a translocation carrying the *Lr42* resistance gene

*Poteshkina A.A. *, Aparina V.A, Sukhomlinov V. Yu , Piskarev V.V.*

Siberian Research Institute of Plant Cultivation and Breeding – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

**email:alina.lisa-91@yandex.ru*

*Breeding for immunity increases crop yields. Wild wheat species carry great genetic diversity and are a source of effective resistance genes. The aim of the study was to obtain valuable breeding material with *Lr42* translocation. As a result of the study, we obtained F_1 and F_1BC_1 in the amount of 13 and 327 grains, respectively. In 2023, a phytopathological analysis was carried out in the laboratory, as a result, we identified 19 resistant lines.*

Key words: wheat, leaf rust, translocation, resistance.

Селекция на иммунитет играет огромную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой мягкой пшеницы. В настоящее время, в современной селекции используют генетическое разнообразие близкородственных видов [1, 2].

Дикие виды пшеницы несут в себе большое количество уникальных генов. Например, виды рода *Aegilops* наиболее привлекательны для определения новых источников эффективных генов устойчивости. *Aegilops tauschii* Coss – прародитель генома D пшеницы. Его привычным местом распространения являются восточная Турция, Пакистан и Китай. *Aegilops tauschii* Coss легко скрещивается с пшеницей, поэтому этот вид часто используют в качестве источника ценных генов, потерянных в процессе селекции современных сортов [3, 4].

Puccinia triticina – одно из самых распространенных заболеваний мягкой пшеницы. Возбудитель в процессе своей жизнедеятельности уменьшает синтез органического вещества в растении, из-за снижения процесса фотосинтеза. Потери урожая при развитии заболевания могут достигать 40 % и выше. На территории Западной Сибири в отдельные годы заболевание достигает размера эпифитотии, при этом потеря урожая может составлять 30 %. Таким образом, создание сортов с интрогрессиями генов устойчивости, является актуальным [5–7].

Ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr42* расположен на хромосоме 1DS. В сорт пшеницы Century был введен от дикого предка *Aegilops tauschii* Coss путем прямого скрещивания, затем последовали несколько возвратных с Century. Далее он был выделен в линии зародышевой плазмы KS91WGRC11. Ген *Lr42* широко использовался в международной программе селекции пшеницы CIMMYT, в результате чего, полученные сорта, были внедрены в нескольких странах [8–10].

В задачи исследования входило:

1. Получить гибриды F_1 , от скрещивания двух сортов яровой мягкой пшеницы (Сибирская 14 и Сибирская 12) различных групп спелости с донором гена *Lr42*.
2. Получить F_1BC_1 от гибридов первого поколения (Сибирская 12 $\times$ KS91WGRC11(*Lr42*); Сибирская 14 $\times$ KS91WGRC11 (*Lr42*) при скрещивании с материнскими растениями.
3. Подтвердить наличие и отсутствие транслокации в рекомбинантах с помощью фитопатологического теста.

В июле 2022 года была проведена кастрация материнских форм в момент, когда в материнском растении находятся еще зеленые пыльники. После кастрации с помощью пергаментных изоляторов из бумаги изолировали колос. Через 3–4 суток после кастрации провели искусственное опыление материнских растений «твел»-методом. Для того, чтобы ускорить селекционный процесс, полученные гибриды были высеяны в этот же год в теплице и беккроссированы [11].

В 2023 году посев рекомбинантов и сортов-реципиентов провели на опытном поле лаборатории генофонда растений по черному пару. Посев ручной сажалкой РС-

2 на глубину 5–6 см., площадь питания растений 100 см². Сорта-реципиенты высевали по 2 рядка в 4 повторениях, гибриды (F₂BC₁) по 1 рядку без повторений [11].

Однако в связи с погодными условиями (ГТК в июне составил 0,46, а в июле 0,93, что означает низкую и недостаточную влагообеспеченность) проявления бурой ржавчины не наблюдалось, фитопатологический тест провели в лабораторных условиях по следующей методике:

Посев рекомбинантов осуществили в пластиковые контейнеры (0,7 л), в торфяной субстрат. На 7–10 день после всходов была проведена инокуляция спорами бурой ржавчины. Споры в водной суспензии распылили при помощи пульверизатора. Инокулированные растения помещали во влажную камеру на 24 ч при соблюдении полной темноты. Затем растения выращивали в изолирующих камерах при 16 часовом световом дне и температуре 20–22 °C [12, 13].

Оценку устойчивости провели на 10 день после заражения по шкале Майнса и Джексона (см. таблицу) [14].

Оценка рекомбинантов F₁BC₁ на устойчивость к бурой ржавчине, 2023 г.

Комбинация	Оценка, балл
KS91WGRC11 (<i>Lr42</i>)	1
Хакасская	3
(Сибирская 12 × KS91WGRC11 (<i>Lr42</i>)) × Сибирская 12	
Сибирская 12	3
11.10-3	1
11.2-5	1
13.1-7	1
13.9-2	1
13.8-4	1
13.2-6	1
15.1-2	1
15.4-1	1
15.4-6	1
(Сибирская 14 × KS91WGRC11 (<i>Lr42</i>)) × Сибирская 14	
Сибирская 14	3
25.2-4	2
25.2-5	1
25.4-1	0
25.4-4	1
25.5-8	1
25.6-3	1
25.10-2	1
25.10-7	1
26.2-2	1
26.6-5	1

В результате проведенных исследований были получены гибриды первого поколения в количестве 13 зерен от скрещивания двух сортов яровой мягкой пшеницы (Сибирская 14 и Сибирская 12) различных групп спелости с донором гена *Lr42*. Для того, чтобы ускорить селекционный процесс, полученные гибриды были высеяны в

этот же год в теплице и беккроссированы. По итогам беккроссирования было получено 327 гибридных зерен. С помощью фитопатологический анализа, проведенного в лабораторных условиях, были выделены 19 устойчивых линий, которые будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Финансирование: Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0008.

Список литературы

- 1 Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Сидоров А.В. Физиологическая специализация возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Красноярском крае // Сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 29–36.
- 2 Сколотнева Е.С., Кельбин В.Н., Шаманин В.П., Бойко Н.И., Апарина В.А., Салина Е.А. Ген *Sr38*: значение для селекции мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 7. С. 740–745.
- 3 Gaurav K., Arora S., Silva P., Sánchez-Martín J., Horsnell R., Gao L. Population genomic analysis of *Aegilops tauschii* identifies targets for bread wheat improvement // Nature biotechnology. 2022. V 40. P. 422–430.
- 4 Silva P. Breeding strategies for improving pest and disease resistance in wheat. Kansas State University. 2021. P. 188.
- 5 Bolton M.D., Kolmer J.A., Garvin D.F. Wheat Leaf Rust Caused by *Puccinia Triticina*. // Mol. Plant Pathol. 2008. V 9. P. 563–575.
- 6 Hui Wu, Zhanhai Kang, Xing Li, Yanyan Li, Yi Li, Shuo Wang, Daqun Liu. Identification of wheat leaf rust resistance genes wheat cultivars and the improved germplasms // Plant Disease. 2020 P. 2669–2680.
- 7 Сочалова Л.П., Бойко Н.И., Потешкина А.А., Пискарев В.В. Эффективные в Новосибирской области гены устойчивости пшеницы к бурой ржавчине в связи с изменчивостью популяции *Puccinia triticina* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. № 184(2). С. 235–244.
- 8 Guifang Lin, Hui Chen, Bin Tian. Cloning of the broadly effective wheat leaf rust resistance gene *Lr42* transferred from *Aegilops tauschii*. // Nature communications. 2022. P. 12.
- 9 Germplasm Releases From The Wheat Genetics Resource Center // Kansas State University URL: https://www.k-state.edu/wgrc/genetic_resources/germ_plasm_releases_from_the_wgrc.html (дата обращения: 09.03.2023).
- 10 Guifang Lin, Hui Chen, Bin Tian, Sunish K. Sehga, Lovepreet Singh Cloning of the broadly effective wheat leaf rust resistance gene *Lr42* transferred from *Aegilops tauschii*. // Nature communications. 2022. P. 1–12.
- 11 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 351.
- 12 Сколотнева Е.С., Кельбин В.Н., Моргунов А.И., Бойко Н.И., Шаманин В.П., Салина Е.А. Расовый состав новосибирской популяции *Puccinia graminis* f. Sp. *Triticici*. // Микология и фитопатология. 2020. № 1. С. 49–58.
- 13 McIntosh RA, Wellings CR, Park RF. Wheat Rusts an atlas of resistance genes. CSIRO publishing. 1995. 204с.
- 14 Гончаров Н.П., Богуславский Р.Л., Орлова Е.А., Белоусова М.Х., Аминов Н.Х., Коновалова А.А., Кондратенко Е.Я., Гульятеева Е.И. Устойчивость амфилоидов пшениц к возбудителю бурой ржавчины // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. № 3. С. 95–106.