

УДК 633.111.1:631.524.86:632.938.1:577.2  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-50-52>

Тип статьи: Краткий обзор  
 Type of article: Brief review

**Вожжова Н.Н. \*,  
 Ионова Е.В.**

Федеральное государственное бюджетное  
 научное учреждение «Аграрный научный  
 центр «Донской»  
 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3  
 E-mail: nvozhzh@gmail.com, vniizk30@mail.ru

**Ключевые слова:** пшеница, бурая  
 ржавчина, Lr10, ген, идентификация,  
 устойчивость.

**Для цитирования:** Вожжова Н.Н.,  
 Ионова Е.В. Оценка генофонда озимой  
 мягкой пшеницы коллекции CIMMYT  
 по наличию гена устойчивости к бурой  
 ржавчине Lr10. Аграрная наука. 2020; 342  
 (10): 50–52.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-50-52>

**Конфликт интересов отсутствует**

**Natalia N. Vozhzhova,  
 Elena V. Ionova**

Federal State Budgetary Scientific Institution  
 "Agrarian Scientific Center" Donskoy"  
 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov  
 region, 347740  
 E-mail: nvozhzh@gmail.com, vniizk30@mail.ru

**Key words:** wheat, leaf rust, Lr10, gene,  
 identification, resistance.

**For citation:** Vozhzhova N.N., Ionova E.V.  
 Evaluation of the gene pool of winter bread  
 wheat of the CIMMYT collection by the  
 presence of the gene for resistance to leaf  
 rust Lr10. Agrarian Science. 2020; 342 (10):  
 50–52. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-50-52>

**There is no conflict of interests**

# Оценка генофонда озимой мягкой пшеницы коллекции CIMMYT по наличию гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В связи с потребностью в продовольственной безопасности стране необходимо самообеспечение зерном, особенно озимой мягкой пшеницей. Для получения высоких урожаев зерна требуются устойчивые к основным листовым болезням сорта озимой мягкой пшеницы. Таким образом, актуальной является задача поиска генов устойчивости для последующего пирамидирования их в одном генотипе.

**Материал и методы.** Целью этого исследования являлась оценка генофонда озимой мягкой пшеницы коллекции CIMMYT (Мексика) по наличию гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10. В работе использовали: СТАВ-метод (выделение ДНК); метод ПЦР (согласно разработанному протоколу определения генов устойчивости к основным болезням озимой пшеницы); метод электрофореза на агарозных гелях.

**Результаты.** В результате проведенных исследований установлено наличие функционального аллеля гена Lr10 у 76 образцов озимой мягкой пшеницы из 411 изученных (наборы 20<sup>th</sup> IMMYT-SA, 21<sup>th</sup> IMMYT-IRR, 25<sup>th</sup> FAWWON-IRR, 25<sup>th</sup> FAWWON-SA). Идентифицировано 15 образцов с нетипичными аллелями гена Lr10. У 320 образцов озимой мягкой пшеницы амплификация фрагментов ДНК молекулярным маркером Lrk10-D отсутствовала, что может свидетельствовать о значительной вариативности микросателлитной последовательности, на которую был разработан молекулярный маркер, в их генотипе. В результате проведенных исследований идентифицированные образцы озимой мягкой пшеницы коллекции CIMMYT с функциональным аллелем гена Lr10 (такие как 213, 214, 217, 220, 224, 227 и др.) предлагается использовать в селекционных программах для пирамидирования с другими генами устойчивости к бурой ржавчине.

## Evaluation of the gene pool of winter bread wheat of the CIMMYT collection by the presence of the gene for resistance to leaf rust Lr10

## ABSTRACT

**Relevance and methods.** Due to the need for food security, the country needs self-sufficiency in grain, especially winter soft wheat. To obtain high grain yields, varieties of soft winter wheat that are resistant to major leaf diseases are required. Thus, the task of finding resistance genes for following to pyramiding them in one genotype is urgent. This study aimed to assess the gene pool of soft winter wheat from the CIMMYT collection (Mexico) for the presence of the gene for resistance to leaf rust Lr10. The work used: CTAB-method (DNA extraction); PCR method (according to the developed protocols for determining resistance genes to the diseases of winter wheat); method of electrophoresis on agarose gels.

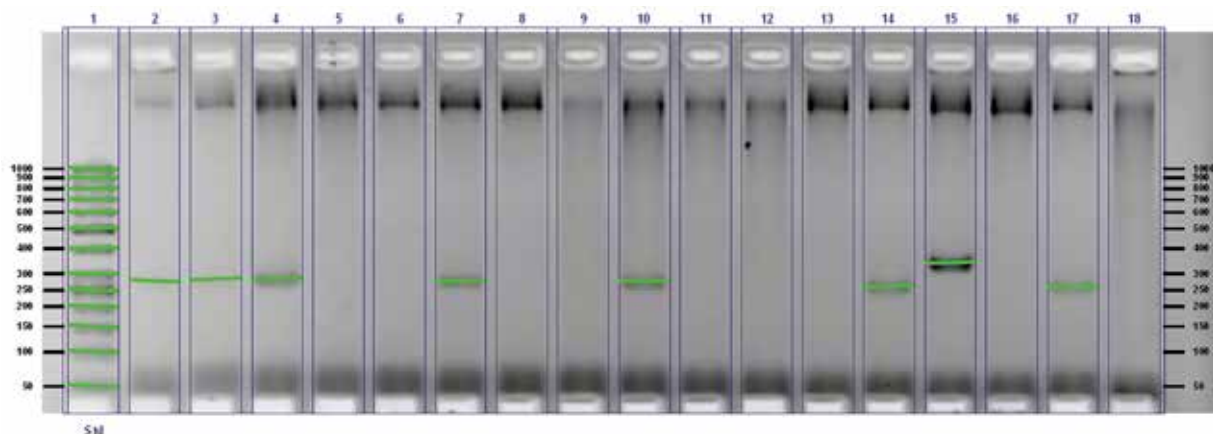
**Results.** The presence of a functional allele of the Lr10 gene was established in 76 samples of winter bread wheat out of 411 studied (sets 20<sup>th</sup> IMMYT-SA, 21<sup>th</sup> IMMYT-IRR, 25<sup>th</sup> FAWWON-IRR, 25<sup>th</sup> FAWWON-SA). We identified 15 samples with atypical alleles of the Lr10 gene. In 320 samples of winter wheat, there was no amplification of DNA fragments with the molecular marker Lrk10-D. It may indicate for samples genotype a significant variability of the microsatellite sequence, for which the molecular marker was made. The 76 samples of soft winter wheat from the CIMMYT collection with a functional allele of the Lr10 gene (such as 213, 214, 217, 220, 224, 227 et al.) identified as a result of studies are proposed to be used in breeding programs for pyramiding with other genes for resistance to leaf rust.

Поступила: 25 августа  
 После доработки: 8 сентября  
 Принята к публикации: 10 сентября

Received: 25 august  
 Revised: 8 september  
 Accepted: 10 september

**Рис. 1.** Электрофореграмма скрининга образцов озимой мягкой пшеницы по наличию гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10. Продукты амплификации с маркером Lrk10-D: 1 — Маркер молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50+ bp (100–1000 п.н.), 2 — TchrLr10 (положительный контроль), 3 — 213, 4 — 214, 5 — 215, 6 — 216, 7 — 217, 8 — 218, 9 — 219, 10 — 220, 11 — 221, 12 — 222, 13 — 223, 14 — 224, 15 — 225, 16 — 226, 17 — 227, 18 — 228

**Fig. 1.** Electropherogram of screening samples of winter soft wheat for the presence of the gene for resistance to leaf rust Lr10



### Введение

Пшеница — одна из наиболее востребованных в мире злаковых культур. Ежегодная потребность в зерне, согласно данным ФАО, нарастает на 50 миллионов тонн и на 2019–2020 годы доходит до 2700 миллионов тонн [1]. Для обеспечения продовольственной безопасности необходимо возделывание урожайных и устойчивых к болезням сортов пшеницы. Одной из широко распространенных болезней, приводящей к потерям урожая, является бурая ржавчина. Ген Lr10, в сочетании с другими генами устойчивости к этой болезни, является эффективным [2]. Изучение коллекционных образцов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» показало, что ген Lr10 имеется лишь у одной линии — 1012/16 [3]. Известно, что этот ген локализован в хромосоме 1AS (клонирован и расшифрована структура), и широко распространен в сортах озимой пшеницы, созданных в США, Австралии и в CIMMYT (Мексика) [4]. Таким образом, оценка генофонда коллекционного материала, полученного от CIMMYT, по наличию гена Lr10, является актуальной задачей и целью настоящего исследования.

### Методика

Объект исследования — 411 образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции CIMMYT (наборы 20th IWWT-SA, 21th IWWT-IRR, 25th FAWWON-IRR, 25th FAWWON-SA). В качестве контроля использовали почти изогенную линию сорта Thatcher, несущую ген устойчивости к бурой ржавчине Lr10. Выделение ДНК из образцов проводилось методом СТАВ [5]. Ген устойчивости к бурой ржавчине Lr10 определяли молекулярным STS-маркером Lrk10-D согласно разработанному Schachermayer G. et al. протоколу [6]. Продукты реакции визуализировали в 2% агарозном геле, окрашивали 0,1% раствором EtBr в 0,5x TBE-буфере и фотографировали прибором Bio-Rad GelDoc XR+. Размер ампликонов на агарозном геле определяли маркером молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50+ bp (50–1000 bp). Анализ полученных данных выполняли в программе Microsoft Excel в 2019 г.

### Результаты

По литературным данным молекулярный размер ампликона маркера Lrk10-D составляет 282 пары нуклеотидов (п.н.) [7].

В результате проведенного в 2019 году исследования 411 образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции CIMMYT (Мексика) нами был получен ряд электрофореграмм скрининга по наличию гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10. Одна из них представлена на рисунке 1.

Целевой фрагмент ДНК, размером 282 п.н., свидетельствующий о наличии функционального аллеля гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10, был идентифицирован у образцов 213, 214, 217, 220, 224 и 227.

У образца 225 идентифицирован фрагмент размером 359 п.н., нетипичный для молекулярного маркера Lrk10-D, что свидетельствует о наличии у него генетических изменений.

У остальных образцов, представленных на рисунке 1, амплификации целевого фрагмента не выявлено.

При изучении генофонда 411 коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы коллекции CIMMYT было идентифицировано наличие функционального аллеля гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10 у 76 образцов (18%) (рис. 2).

Нетипичные аллели с размерами 321, 342, 359, 379, 384, 392 и 400 п.н. были идентифицированы у 4% образцов (всего — 15 шт.).

**Рис. 2.** Распределение аллелей гена устойчивости к бурой ржавчине Lr10 у образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции CIMMYT (Мексика)

**Fig. 2.** Distribution of alleles of the gene for resistance to leaf rust Lr10 in samples of winter bread wheat from the CIMMYT collection (Mexico)



У 320 образцов амплификация фрагментов ДНК отсутствовала, и ген Lr10 не был выявлен. Отсутствие амплификации у этих образцов пшеницы из коллекции CIMMYT может свидетельствовать о значительной вариативности микросателлитной последовательности, на которую был разработан молекулярный маркер, в их генотипе.

Рекомендуем использовать в селекционных программах, направленных на повышение устойчивости сортов озимой пшеницы к бурой ржавчине, идентифи-

цированные образцы с функциональным аллелем гена Lr10 –76 образцов озимой мягкой пшеницы (213, 214, 217, 220, 224, 227 и др.).

### Выводы

По результатам проведенных исследований рекомендуется использование идентифицированных 76 образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции CIMMYT (Мексика) в качестве источника резистентности к бурой ржавчине в селекционных программах на устойчивость к болезням.

### ЛИТЕРАТУРА

1. FAOSTAT [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.fao.org> (Дата обращения 20.07.2020)
2. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et. al. Catalogue of Gene Symbols for Wheat. — 2010. Suppl. 2011, 2012. [Electronic resource] URL: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp> (Date access 20.07.2020)
3. Вожжова Н. Н. Определение гена устойчивости к листовую ржавчину Lr10 в озимой пшенице. IV Всероссийский съезд по защите растений с международным участием «Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России». Сборник тезисов докладов. СПб.: ФГБНУ ВИЗР. 2019. [Электронный ресурс] — С. 234. — Режим доступа — URL: <https://drive.google.com/file/d/1CvWYQ0MK9OG-X8xTvkBTfeSSJ1DVrbO9/view> (Дата обращения 20.07.2020)
4. Gallego F., Feuillet C., Messmer M. et. al. Comparative mapping of the two wheat leaf rust resistance loci Lr 1 and Lr 10 in rice and barley. *Genome*. 1998;(41):328-336.
5. Murray M. G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Res.* 1980;(8):4321-4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>
6. Schachermayer G., Feuillet C., Keller B. Molecular markers for detection of the wheat leaf rust resistance gene Lr 10 in diverse genetic backgrounds. *Mol. Breeding*. 1997;(3):65-74.
7. Гуляева Е.И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика эффективности Lr-генов. — Санкт-Петербург: RIZO-печать. 2012. С.16-17.

### ОБ АВТОРАХ:

**Вожжова Наталия Николаевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции  
**Ионова Елена Витальевна**, доктор с.-х. наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований

### REFERENCES

1. FAOSTAT [Electronic resource] — Access mode — URL: <http://www.fao.org> (Date of treatment 07.20.2020)
2. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et. al. Catalog of Gene Symbols for Wheat. — 2010. Suppl. 2011, 2012. [Electronic resource] URL: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp> (Date access 20.07.2020)
3. Vozzhova NN Determination of the gene for resistance to leaf rust Lr10 in winter wheat. IV All-Russian congress on plant protection with international participation "Phytosanitary technologies in ensuring the independence and competitiveness of the agro-industrial complex of Russia." *Collection of abstracts. SPb.: FGBNU VIZR*. 2019. [Electronic resource] — P.234. — Access mode — URL: <https://drive.google.com/file/d/1CvWYQ0MK9OG-X8xTvkBTfeSSJ1DVrbO9/view> (Date of treatment 07/20/2020)
4. Gallego F., Feuillet C., Messmer M. et. al. Comparative mapping of the two wheat leaf rust resistance loci Lr 1 and Lr 10 in rice and barley. *Genome*. 1998;(41):328-336.
5. Murray M. G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Res.* 1980;(8):4321-4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>
6. Schachermayer G., Feuillet C., Keller B. Molecular markers for detection of the wheat leaf rust resistance gene Lr 10 in diverse genetic backgrounds. *Mol. Breeding*. 1997;(3):65-74.
7. Gulyaeva E.I. Methods for identification of wheat resistance genes to leaf rust using DNA markers and characterization of the efficiency of Lr-genes. — *St. Petersburg: RIZO-print*. 2012. P.16-17. (In Russ.)

### ABOUT THE AUTHORS:

**Natalia N. Vozzhova**, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Cell Selection Laboratory  
**Elena V. Ionova**, Doc. Sci. (Agriculture), Head of the Center for Fundamental Scientific Research

## НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

### Цены на подсолнечное масло в РФ останутся на прежнем уровне

Существенного снижения цен на подсолнечное масло в России, после роста до рекордных значений, эксперты в ближайшее время не ожидают. По мнению ученых Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта, этот рост был вызван снижением объемов сбора подсолнечника из-за засухи.

По данным аналитиков, цена сырого подсолнечного масла в России выросла за неделю октября до 74 тыс. 175 руб. за 1 т, обновив собственный недавний рекорд в 71 тыс. руб. за 1 т. Помимо этого, зафиксирован рост стоимости подсолнечника. Причиной повышения стоимости стал скачок экспортных цен на масло на фоне крайне активного роста с 12 по 18 октября мирового



масличного комплекса. По мнению экспертов, сложившаяся в этом году засуха в ряде стран, в том числе в южных регионах РФ, способствовала реализации пессимистических сценариев валового объема сбора в основных странах-импортерах подсолнечного масла. Это отразилось на ценообразовании товарного подсолнечника и, соответственно, продуктов его переработки.