

УДК 575.174.015.3

DOI:10.31367/2079-8725-2026-102-1-9-14

## АНАЛИЗ НАСЛЕДОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГЛИАДИНА ГИБРИДОВ F<sub>2</sub> ВНУТРИВИДОВЫХ СКРЕЩИВАНИЙ *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *TRITICUM PERSICUM* VAV.)

**Г.В. Тоболова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, [tg60@mail.ru](mailto:tg60@mail.ru),  
ORCID ID 0000-0002-8712-0122,  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»,  
625003, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Володарского, д.6; e-mail: [ceo@utmn.ru](mailto:ceo@utmn.ru)

В настоящее время уделяется большое внимание изучению генетических ресурсов сельскохозяйственных растений. Большинство сортов яровой пшеницы имеют низкое генетическое разнообразие, что сказывается на их продуктивности и качестве. Для увеличения генетического потенциала вновь создаваемых сортов необходимо привлекать другие виды пшеницы. Многолетние исследования биологических особенностей и хозяйственных признаков тетраплоидного вида карталинской пшеницы с геномом BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup> показали, что этот вид может быть включен в селекционные программы в условиях Тюменской области. В связи с этим целью наших исследований было изучение наследования компонентного состава глиадина гибридами тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.). Скрещивания проводили в полевых условиях в 2006 году. Лабораторные исследования гибридов с использованием метода электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) в 2009, а затем в 2023 и 2024 гг. На основе полученных данных электрофореграмм были составлены бинарные матрицы. В результате проведенных исследований и применения кластерного анализа в двух гибридных популяциях от прямых и обратных скрещиваний сортообразцов карталинской пшеницы K-17581 и K-32484 определены группы сцепления по морфологическим признакам. В обоих гибридных популяциях (K-17581 x K-32484; K-32484 x K-17581) выделено по три кластера. Применение иерархического агломерационного алгоритма two-way по 24 фенотипическим классам выявило полиморфизм по маркерным признакам, которые наследуются предположительно по кодоминантному типу. Полученные гибриды были включены в дальнейший селекционный процесс. В настоящее время они проходят испытания в контрольном питомнике.

**Ключевые слова:** карталинская пшеница, гибриды, электрофорез, глиадины, кластеризация.

**Для цитирования:** Тоболова Г. В. Анализ наследования компонентов глиадина гибридов F<sub>2</sub> внутривидовых скрещиваний *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) // Зерновое хозяйство России. 2026. Т. 18. № 1. С. 9-14. DOI:10.31367/2079-8725-2026-102-1-9-14



## ANALYSIS OF THE INHERITANCE OF GLIADIN COMPONENTS IN F<sub>2</sub> HYBRIDS OF INTRASPECIFIC CROSSINGS OF *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *TRITICUM PERSICUM* VAV.)

**G.V. Tobolova**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, [tg60@mail.ru](mailto:tg60@mail.ru),  
ORCID ID 0000-0002-8712-0122,  
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "University of Tyumen",  
625003, Tyumen region, Tyumen, Volodarsky Str., 6; e-mail: [ceo@utmn.ru](mailto:ceo@utmn.ru)

Much attention is currently being paid to studying the genetic resources of agricultural plants. Most spring wheat varieties have low genetic diversity, which impacts their productivity and quality. In order to increase the genetic potential of newly developed varieties, it is necessary to use other wheat species. The long-term study of the biological characteristics and agronomic traits of the tetraploid species of Kartalinskaya wheat with the BBAU<sup>U</sup> genome has shown that this variety can be included in breeding programs in the Tyumen region. Therefore, the purpose of the current study was to analyze the inheritance of gliadin components in hybrids of the tetraploid species *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.). The crossings were conducted in the field in 2006. The laboratory study of the hybrids using polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) were conducted in 2009, and then in 2023 and 2024. On the obtained electropherogram data there were compiled binary matrices. As a result of the current study and the application of cluster analysis in two hybrid populations from direct and back crossings of Kartalinskaya wheat varieties K-17581 and K-32484, there have been identified linkage groups based on morphological traits. There have been identified three clusters in both hybrid populations (K-17581 x K-32484; K-32484 x K-17581). Application of a two-way hierarchical agglomeration algorithm to 24 phenotypic classes has revealed polymorphism in marker traits that are presumably inherited codominantly. The resulting hybrids have been included in further breeding and are currently undergoing testing in a control nursery.

**Keywords:** Kartalinskaya wheat, hybrids, electrophoresis, gliadins, clustering.

**Введение.** Пшеница – ведущая зерновая культура в мире, её производство год от года неуклонно растёт. Однако природно-климатические условия, вредители и болезни не дают реализовать генетический потенциал сортов. Для решения задач продовольственной безопасности страны необходимо использовать в селекции эффективные методы, достижения генетики и разнообразный, хорошо изученный исходный материал (Логинов, 2023; Белкина и др., 2024).

Ещё Н. И. Вавилов писал о необходимости расширения исходного материала для селекции за счет использования всего разнообразия культивируемых растений планеты и их диких сородичей и первым обосновал научные принципы поиска ценных для селекции форм в центрах происхождения культурных растений.

По мнению ряда авторов (Шепелев и др., 2023; Силкова и др., 2023; Novoselskaya-Dragovich и др., 2015; Фисенко и Драгович, 2023) в настоящее время в селекции растений в качестве источников и доноров используется ограниченный набор сортов, что приводит к снижению генетического разнообразия и создает угрозу для снижения адаптивности новых сортов к абиотическим и биотическим факторам.

Для увеличения генетического разнообразия генофонда мягкой пшеницы необходимо использовать в селекционных программах другие её виды, несущие гены высокого качества зерна, устойчивости к болезням и вредителям, полеганию и т.д.

Вид *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav. ex Zhuk.) с геномом  $BBA^uA^u$  является среди тетраплоидных пшениц единственным носителем гена «Q». «Q» – фактор (локализован на длинном плече хромосомы 5A), обуславливает культурный тип пшеницы, или как иногда его называют, «геном доместикации» (Наскидашвили, 2011).

Карталинская пшеница способна созревать при пониженных температурах, формировать зерно с высоким содержанием белка, не прорасти на корню и валках, не поражаться бурой ржавчиной и мучнистой росой (Тоболова, 2019).

Для идентификации зерновых культур используются различные биохимические методы, одним из которых считается метод электрофореза. Сорты зерновых культур, по данным сравнительного электрофоретического анализа, характеризуются значительными различиями в компонентном составе спирторастворимых клейковинных белков. Эти различия генотипически обусловлены и сохраняются независимо от условий выращивания (Поморцев и др., 2021; Любимова и др., 2022; Утебаев и др., 2024).

Проведенные рядом авторов исследования закономерностей наследования компонентов глиадина (запасного белка пшеницы) показало, что при анализе эндосперма зёрен  $F_1$  электрофоретический спектр содержит компоненты обоих родителей. При изучении наследования компонентного состава глиадина в последующих поколениях, в качестве аллельного варианта принимается не отдельный компонент, а блок компонентов.

В связи с этим целью наших исследований было показать, изучить характер наследования компонентов глиадина в гибридных комбинациях  $F_2$  карталинской пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** В результате многолетних исследований карталинской пшеницы в условиях лесостепи Северного Зауралья по урожайности были выделены два перспективных сорто-

образца: K-17581 (var. *stramineum*) из Армении и K-32484 (var. *persicum (fuliginosum)*) из Дагестана. Прямые и обратные скрещивания проводили в 2006 году, способ опыления твелл-метод. В 2009 году с использованием метода электрофореза проанализировали родительские формы и гибриды  $F_2$ . Повторный электрофоретический анализ гибридных комбинаций провели в 2023-2024 гг. Исследования проводили в сертифицированной лаборатории сортовой идентификации семян Института фундаментальных и прикладных агротехнологий (ИФиПА) Государственного Аграрного университета Северного Зауралья (Росс RU ДС 1.6.1.116).

Запасные белки пшеницы (глиадины) экстрагировали из целой зерновки в соответствии с методикой Е.В. Метаковского и А. Ю. Novoselskay. Для анализа от каждой гибридной комбинации отбирали случайным образом по 100 зерновок. Зерновки размалывали индивидуально и помещали в пробирки Eppendorf (Германия) объемом 1,5 мл. Глиадин экстрагировали 200 мкл 70 %-ного этанола в течение 60 минут в термостате при температуре 40 °С. После экстракции к супернатанту добавляли 200 мкл раствора метиленового зеленого (60 г сахарозы, 0,1 г метиленового зеленого в 0,005М алюминий-лактатном буфере pH 3,1) и встряхивали на вортексе V-3 (ELMI, Латвия). Затем пробирки центрифугировали CM-50 (ELMI, Латвия) в течение 5 минут при 10000 об/мин.

Белковый экстракт в объеме 25 мкл наносили на 8,3 % полиакриламидный гель и разделяли электрофорезом в алюминий-лактатном буфере (pH 3,1). Состав полиакриламидного геля (ПААГ): 75 г акриламида, 3,75 г N,N'-метилен-бис-акриламида, 0,90 г аскорбиновой кислоты, 9 мг  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  и доводили до 900 мл алюминий-лактатным буфером. Буфер содержал 8,5 ммоль лактат алюминия (Sigma-Aldrich, Франция), до pH 3,1 доводили 85 % молочной кислотой (Sigma-Aldrich, США). Полимеризацию геля инициировали 45 мкл 15 % раствора  $H_2O_2$  на 70 мл гелевого раствора. Для электрофореза использовали вертикальную камеру VE-20 фирмы «Хеликон» (Россия), с размерами пластинки геля 180 × 180 × 2 мм. Электрофорез проводили с использованием источника постоянного тока Power Pac Universal (Bio-Rad, США) при 500V в течение 3,5-4,0 ч. Фиксацию и окрашивание осуществляли в 10% трихлоруксусной кислоте с добавлением 0,05 % спиртового раствора Кумасси R-250 (Sigma-Aldrich, США). Окрашенные гели промывали проточной водой, фотографировали и высушивали в системе для сушки гелей Gel Air System (Bio-Rad, США). Полученные электрофореграммы проанализировали по компонентному составу. С использованием бинарной системы на основе мер сходства/различия были построены матрицы по 24 фенотипическим признакам классам для обоих гибридных популяций. Математическую обработку полученных данных, кластерный анализ провели с помощью пакета программ PAST (Hammer, 2001).

**Результаты и их обсуждение.** Анализ гибридов первого поколения показал, что завязываемость гибридных зерен была выше на 28 %, если в качестве материнской формы использовали образец K-17581, относящийся к разновидности *stramineum* (табл. 1). Завязываемость при обратной комбинации была очень низкой.

Таблица 1. Скрещивания карталинской пшеницы, 2006 г.

Table 1. Crossings of Kartalinskaya wheat, 2006

Гибридная комбинация	Количество кастрированных цветков, шт.		Количество завязавшихся семян, шт.		Процент удачи, %	
	прямые	обратные	прямые	обратные	прямые	обратные
K-17581 (var. <i>stramineum</i> ) x K-32484 (var. <i>fuliginosum</i> )	222	152	67	10	30,1	6,6

Полученные гибридные зерна второго поколения проанализировали методом электрофореза.

Анализ полученных электрофореграмм родительских форм K-17581 и K-32484 показал, что их спектры глиаина различались по подвижности и числу компонентов. При исследовании электрофоретических спектров родительских форм и индивидуальных зерновок гибридов F<sub>2</sub> было выявлено 24 фенотипических класса.

Для анализа сходства/различия полученных спектров гибридных зёрен по каждой гибридной комбинации были построены бинарные матрицы. Алгоритм кластерного анализа позволил последовательно объ-

единить фенотипы сначала с максимальным парным показателем сходства, а затем менее сходные.

По компонентному составу глиаина зерновки гибридной комбинации (K-17581 x K-32484) были распределены между родительскими формами и объединены в три кластера (рис. 1). Дендрограмма по частоте популяционных признаков показала, что полученные гибриды I и II кластеров объединились возле первого родителя K-17581. В третий кластер по компонентному составу были объединены гибриды со вторым родителем K-32484. В первый и второй кластеры включены 48 гибридных зерновок, третий – 40. Отмечено, что гибридные зерновки №33 и №36 имели по глиадину идентичные спектры.

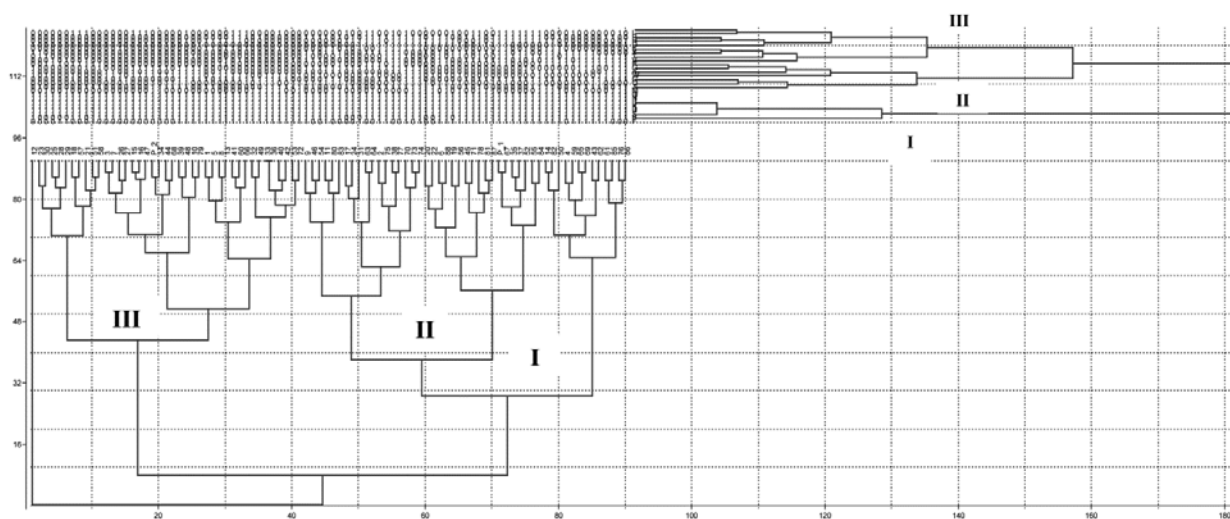


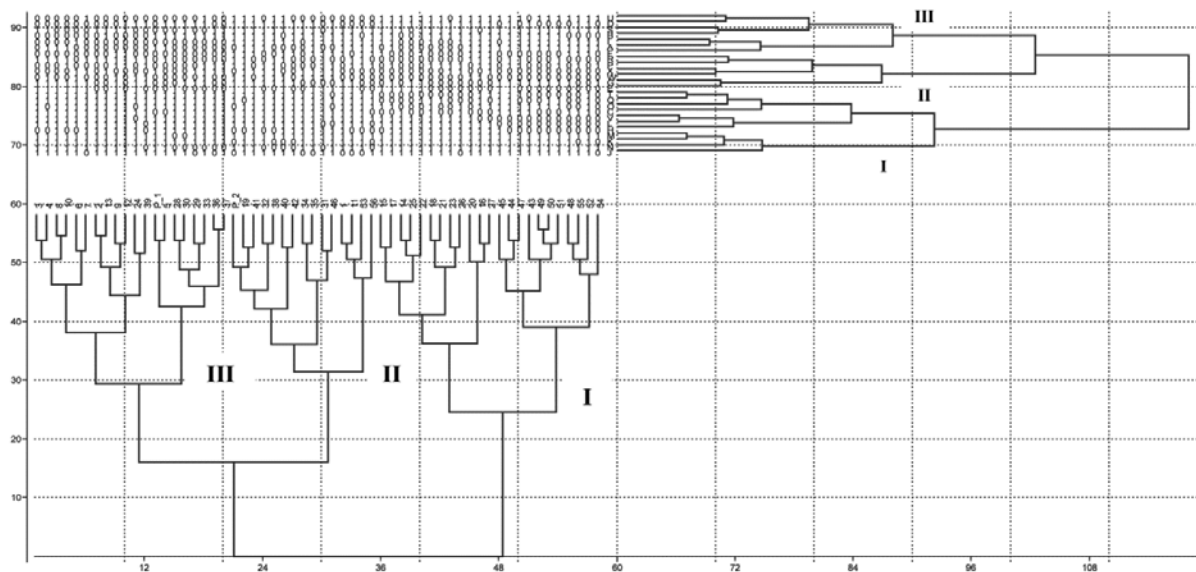
Рис. 1. Кластеризация гибридов F<sub>2</sub> карталинской пшеницы гибридной комбинации K-17581 x K-32484 методом Варда

Fig. 1. Clustering of F<sub>2</sub> Kartalinskaya wheat hybrids of the hybrid combination K-17581 x K-32484 using Ward's method

Кластерный анализ two-way по маркерным признакам показал, что в гибридной комбинации (K-17581 x K-32484) по частоте встречаемости компонентов в спектре можно выделить три группы. Сцепление компонентов маркирующих глиадиновые спектры указывает на их совместное наследование. Анализ показал три группы сцепления, которые возможно соотносятся с четырьмя глиадинкодирующими локусами карталинской пшеницы Gli A1<sup>k</sup>, Gli B1<sup>k</sup>, Gli A2<sup>k</sup>, Gli B2<sup>k</sup>.

Электрофорез глиаина позволил провести анализ гибридной популяции (K-32484 x K-17581). Элек-

трофореграммы исследуемой популяции различались по подвижности и числу компонентов в пределах 24 фенотипических классов. На основе иерархического агломерационного алгоритма было выделено три кластера. Максимальное парное сходство отмечено у всех кластеров 1,0 евклидово расстояние. Во II и III кластеры были объединены зерновки по составу сходные со вторым и первым родителями. Зерновки, вошедшие в I кластер по компонентному составу, оказались менее сходными с обоими родительскими формами (рис. 2).



**Рис. 2.** Кластеризация гибридов  $F_2$  карталинской пшеницы гибридной комбинации К-32484 x К-17581 методом Варда.

**Fig. 2.** Clustering of  $F_2$  Kartalinskaya wheat hybrids of the hybrid combination K-32484 x K-17581 using Ward's method

Кластерный анализ по методу two-way показал, что в гибридной комбинации (К-32484 x К-17581) по частоте встречаемости компонентов у 56 гибридных зерновок выделены три группы. Максимальное совпадение отмечено у зерновок II и III кластера. Минимальный показатель сходства наблюдался с зерновками I кластера. Совпадающие компоненты являются маркерами, характерными для данной комбинации. Кластеризация показала, что компоненты у гибридов наследуются не отдельно, а попарно, последовательно сцепляясь с со следующими компонентами. Это указывает на то, что, по электрофоретическому спектру компоненты глина наследовались сцеплено, блоками.

Гибридологический анализ наследования компонентов глина гибридов  $F_2$  при прямых и обратных скрещиваниях показал, что по компонентному составу они являются гетерозиготами. Выделенные три кластера указывают на разделение потомств по глидину

относительно родительских форм. Кластерный анализ по фенотипическим классам глина указывает на сцепленное наследование компонентов.

Следовательно, фенотипические классы, это маркерные признаки исследованных совокупностей гибридных растений.

**Выводы.** 1. Электрофоретический анализ показал, что количество компонентов у родительских форм К-17581 и К-32484 и полученных гибридов  $F_2$  составило 24.

2. Кластерный анализ показал, что гибридные популяции являются полиморфными по глидину.

3. Выделены три кластера на внутривидовом уровне у каждой гибридной популяции.

4. Сцепленное наследование компонентов указывает на кодоминантный тип.

**Финансирование.** Работа выполнена за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

#### Библиографический список

- Белкина Р. И., Казак А. А., Губанова В. М. Качество зерна новых сортов яровой пшеницы в Северном Зауралье // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 9. С. 1116–1127. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-09-1116-1127
- Логинов Ю. П. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при возделывании в условиях органического земледелия в лесостепной зоне Тюменской области // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 4(68). С. 27–30. DOI: 10.31563/1684-7628-2023-68-4-27-31
- Любимова А. В., Еремин Д. И., Мамаева В. С., Брагин Н. А., Белоусов С. А., Брагина М. В., Кочнева Д. А., Таутекенова А. К. Каталог биохимических паспортов сортов овса посевного сибирской селекции // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5(182). С. 73-83. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-73-83
- Наскидашвили П. П. Роль тетраплоидного вида Дика в эволюции и мировой селекции пшеницы рода *Triticum* L. // Известия аграрной науки. 2011. Т. 9, № 1. С. 75–81
- Novoselskaya-Dravovich A. Y., Shishkina A. A., Melnik V. A., Upelnik V. P., Fisenko A. V., Dedova L. V., Kudryavtsev A. M., Besspalova L. A. Genetic diversity of common wheat varieties at the gliadin-coding loci // Russian Journal of Genetics. 2015. Vol. 51, No. 3. P. 262-271. DOI: 10.1134/S1022795415030102

6. Поморцев А. А., Рубанович А. В., Лялина Е. В. Структура и пути формирования полиморфизма гордеинов, контролируемых аллелями гордеин-кодирующих локусов в культурном ячмене (*Hordeum vulgare* L.) // Генетика. 2021. Т. 57, № 5. С. 544–556. DOI: 10.31857/S0016675821050088
7. Силкова О. Г., Иванова Ю. Н., Степочкин П. И. Создание и изучение гибридов полба (*Triticum dicoccum*) × тритикале // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 27, № 4. С. 323–332. DOI: 10.18699/VJGB-23-39
8. Tobolova G. V. Genetic resources of the genus *Triticum* L. for breeding in the conditions of the Tyumen region // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2019): Abstracts, Novosibirsk, 24–29 июня 2019 г. / Eds. A.V. Kochetov, E.A. Salina; Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: Novosibirsk: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук. 2019. P. 212. DOI: 10.18699/PlantGen2019-194
9. Утебаев М. У., Дашкевич С. М., Крадецкая О. О., Чилимова И. В., Боме Н. А. Оценка генетического разнообразия глиадинкодирующих локусов у образцов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), созданных в различных селекционных центрах Казахстана и России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2024. Т. 28, № 3. С. 263–275. DOI: 10.18699/vjgb-24-31
10. Фисенко А. В., Драгович А. Ю. Использование генетических ресурсов тетраплоидной пшеницы *Triticum aethiopicum* для создания линий фиолетовозёрной мягкой пшеницы с повышенным содержанием антоцианов // Генетика. 2023. Т. 59, № 8. С. 971–976. DOI: 10.31857/S0016675823080064
11. Шепелев С. С., Потоцкая И. В., Чурсин А. С., Моргунов А. И., Шаманин В. П. Маркер-ориентированная селекция яровой мягкой пшеницы на повышение урожайности, качества зерна, устойчивости к болезням и засухе в условиях Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 18–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-18-25
12. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontological Electronica. 2001. Vol. 4, N 1. P. 1–9.

#### References

1. Belkina R. I., Kazak A. A., Gubanova V. M. Kachestvo zerna novykh sortov yarvoi pshenitsy v Severnom Zaural'e [Grain quality of new spring wheat varieties in the Northern Trans-Urals] // Agrarnyi vestnik Urala. 2024. Vol. 24, № 9. S. 1116–1127. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-09-1116-1127
2. Loginov Yu. P. Urozhainost' i kachestvo zerna yarvoi pshenitsy pri vozdeleyvanii v usloviyakh organicheskogo zemledeliya v lesostepnoi zone Tyumenskoi oblasti [Productivity and grain quality of spring wheat cultivated under organic farming conditions in the forest-steppe zone of the Tyumen Region] // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 4(68). S. 27–30. DOI: 10.31563/1684-7628-2023-68-4-27-31
3. Lyubimova A. V., Eremin D. I., Mamaeva V. S., Bragin N. A., Belousov S. A., Bragina M. V., Kochneva D. A., Tautekenova A. K. Katalog biokhimicheskikh pasportov sortov ovsa posevnogo sibirskoi seleksii [Catalogue of biochemical passports of Siberian oat varieties] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 5(182). S. 73-83. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-73-83
4. Naskidashvili P. P. Rol' tetraploidnogo vida Dika v evolyutsii i mirovoi seleksii pshenitsy roda *Triticum* L. [The role of the tetraploid species 'Dik' in the evolution and global breeding of wheat *Triticum* L.] // Izvestiya agrarnoi nauki. 2011. Vol. 9, № 1. S. 75–81
5. Novoselskaya-Dragovich A. Y., Shishkina A. A., Melnik V. A., Upelniak V. P., Fisenko A. V., Dedova L. V., Kudryavtsev A. M., Bespalova L. A. Genetic diversity of common wheat varieties at the gliadin-coding loci // Russian Journal of Genetics. 2015. Vol. 51, No. 3. P. 262-271. DOI: 10.1134/S1022795415030102
6. Pomortsev A. A., Rubanovich A. V., Lyalina E. V. Struktura i puti formirovaniya polimorfizma gordeinov, kontroliruyemykh allelyami gordein-kodiruyushchikh lokusov v kul'turnom yachmene (*Hordeum vulgare* L.) [Structure and the ways to form hordein polymorphism controlled by alleles of hordein-coding loci in cultivated barley (*Hordeum vulgare* L.)] // Genetika. 2021. Vol. 57, № 5. S. 544–556. DOI: 10.31857/S0016675821050088
7. Silkova O. G., Ivanova Yu. N., Stepochkin P. I. Sozdanie i izuchenie gibridov polba (*Triticum dicoccum*) × tritikale [Development and study of the hybrids 'spelt (*Triticum dicoccum*) × triticale'] // Vavilovskii zhurnal genetik i seleksii. 2023. Vol. 27, № 4. S. 323–332. DOI: 10.18699/VJGB-23-39
8. Tobolova G. V. Genetic resources of the genus *Triticum* L. for breeding in the conditions of the Tyumen region // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2019): Abstracts, Novosibirsk, 24–29 июня 2019 г. / Eds. A.V. Kochetov, E.A. Salina; Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: Novosibirsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr Institut tsitologii i genetik Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. 2019. P. 212. DOI: 10.18699/PlantGen2019-194
9. Utebaev M. U., Dashkevich S. M., Kradetskaya O. O., Chilimova I. V., Bome N. A. Otsenka geneticheskogo raznoobraziya gliadinkodiruyushchikh lokusov u obraztsov yarvoi pshenitsy (*Triticum aestivum* L.), sozdannykh v razlichnykh selektsionnykh tsentrakh Kazakhstana i Rossii [Estimation of the genetic diversity of gliadin-coding loci in spring wheat samples (*Triticum aestivum* L.) developed in various breeding centers in Kazakhstan and Russia] // Vavilovskii zhurnal genetik i seleksii. 2024. Vol. 28, № 3. S. 263–275. DOI: 10.18699/vjgb-24-31

10. Fisenko A. V., Dragovich A. Yu. Ispol'zovanie geneticheskikh resursov tetraploidnoi pshenitsy *Triticum aethiopicum* dlya sozdaniya linii fioletovozernoi myagkoi pshenitsy s povyshennym sodержaniem antotsianov [The use of genetic resources of tetraploid wheat *Triticum aethiopicum* to develop purple-grained common wheat lines with increased anthocyanin content]// *Genetika*. 2023. Vol.59, № 8. S. 971–976. DOI: 10.31857/S0016675823080064

11. Shepelev S. S., Pototskaya I. V., Chursin A. S., Morgunov A. I., Shamanin V. P. Marker-orientirovannaya selektsiya yarovoi myagkoi pshenitsy na povyshenie urozhainosti, kachestva zerna, ustoichivosti k boleznyam i zasukhe v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Marker-assisted breeding of spring common wheat to improve productivity, grain quality, resistance to diseases and drought in Western Siberia]// *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2023. Vol. 15, № 2. S. 18–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-18-25

12. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and date analysis // *Paleontological Electronica*. 2001. Vol. 4, N 1. P. 1–9.

Поступила: 25.04.25; доработана после рецензирования: 04.09.25; принята к публикации: 08.09.25.

**Критерии авторства.** Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Тоболова Г.В. – концептуализация, проектирование исследований, проведение скрещиваний и электрофореза, анализ полученных данных, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**