



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

УДК: 633:11:631.523:575

## ГИБРИДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛИАДИНКОДИРУЮЩИХ ЛОКУСОВ ПШЕНИЦЫ $F_2$ ОТ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДНОЙ КОМБИНАЦИИ

Садыгов Г.Б.

Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана  
Баку, Азербайджан

**Для цитирования:** Садыгов Г.Б. Гибридологический анализ глиадинкодирующих локусов пшеницы  $F_2$  от межвидовой гибридной комбинации // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 95–101. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

**For citation:** Sadigov H.B. Gibrilologicheskii analiz gliadinkodiruyushchikh lokusov zeren  $F_2$  ot mezhvidovoi gibridnoi kombinatsii [Hybridological analysis of gliadincoding loci of  $F_2$  wheat from interspecific hybrid combination]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 95–101. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты анализа расщепления аллелей глиадинкодирующих локусов в зернах  $F_2$ , полученных от скрещивания образцов *Triticum durum* Desf., v. *hordeiforme* GR 8670 ( $2n = 4x = 28$ ) и *T. dicoccum* v. *farum* ( $2n = 4x = 28$ ). Цель проведения межвидовой гибридизации состояла в изучении наследования аллелей глиадинкодирующих локусов, контролирующих синтез аллелей запасных белков в зернах пшеницы гибридного поколения  $F_2$  (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670  $\times$  *T. dicoccum* v. *farum*). Для идентификации аллельных блоков компонентов глиадина в зернах полученных гибридов  $F_2$  использован ранее идентифицированный сорт озимой твердой пшеницы Лангдон. Идентификация аллельных блоков компонентов глиадина проведена в электрофореграмме запасных белков глиадина в 96 зернах пшеницы гибридного поколения  $F_2$  по полиморфизму и частоте встречаемости этих аллелей. Подтверждено сцепленное наследование электрофоретических компонентов глиадинкодирующих локусов по менделевскому типу (1 : 2 : 1). Статистическую обработку данных оценки достоверности расщепления аллелей по компонентному составу глиадина проводили по расчету критерия  $\chi^2$ . Идентифицированы новые аллельные блоки компонентов в гибри-

## HYBRIDOLOGICAL ANALYSIS OF GLIADINCODING LOCI OF $F_2$ WHEAT FROM INTERSPECIFIC HYBRID COMBINATION

Sadigov H.B.

Genetic Resources Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences  
Baku, Azerbaijan

The paper presents the results of the study into splitting alleles of gliadincoding loci in  $F_2$  grains obtained from crossing specimens of *Triticum durum* Desf., v. *hordeiforme* GR 8670 ( $2n = 4x = 28$ ) and *T. dicoccum* v. *farum* ( $2n = 4x = 28$ ). The purpose of conducting interspecific hybridization was to study the alleles inheriting gliadincoding loci regulating synthesis of alleles storage proteins in wheat grains of hybrid generation  $F_2$  (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670  $\times$  *T. dicoccum* v. *farum*). To identify allelic blocks of gliadin components in the grains of  $F_2$  hybrids obtained, the earlier identified variety of the winter durum wheat Langdon was used. Alleles were identified in electrophoregram of gliadin storage proteins, in 96 grains of wheat of the hybrid generation  $F_2$  by polymorphism and frequency of occurrence of these alleles. The work confirmed the linked inheritance of electrophoretic components of gliadincoding loci according to the Mendel type of inheritance (1: 2: 1). The assessment of the reliability of splitting, according to the component composition of gliadin, was performed by calculating the  $\chi^2$  criterion. New allelic blocks of components in hybrid generation  $F_2$  of durum wheat varieties v. *hordeiforme* GR 8670 Gli A1<sup>d</sup>ef and Gli B1<sup>d</sup>fb as

ном поколении  $F_2$  разновидности твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 Gli A1<sup>def</sup> и Gli B1<sup>dfb</sup>, а также в тетраплоидной пшенице *T. dicoccum* v. *farum* Gli A1<sup>dmb</sup> и Gli B1<sup>dfc</sup>. Идентификация новых аллельных блоков компонентов дает возможность в дальнейшем использовать их в качестве генетических маркеров при паспортизации и в селекции новых сортов.

**Ключевые слова:** тетраплоидная пшеница, запасные белки, глиадин, локус, аллель, маркер, идентификация

Изучение полиморфизма запасных белков глиадина и глютеина эндосперма зерна и их связь с морфобиологическими свойствами пшеницы остается очень актуальным. В настоящее время известны работы по исследованию генетического детерминированного полиморфизма запасных белков глиадина и глютеина пшеницы<sup>1</sup> [1–5]. Наибольшую генетическую информацию дает изучение современными методами исследований генетического полиморфизма нуклеиновых кислот [6].

Электрофоретический (ЭФ) анализ запасных белков глиадина, гибридов  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  анеуплоидных линий твердой пшеницы Лангдон (*T. durum* Desf., Langdon) показал, что компоненты глиадина так же, как и у мягкой пшеницы, наследуются группами (блоками), которые контролируются кластерами генов (сложные локусы), локализованными в глиадинкодирующих локусах Gli 1A, Gli 1B, Gli 6A и Gli 6B [2, 3, 7].

Актуальными остаются вопросы идентификации и оценки связи аллелей глиадин- и глютеинкодирующих локусов и сочетаний их аллелей с качеством зерна озимой мягкой и твердой пшеницы в изменяющихся условиях среды. Многие местные и зарубежные сорта твердой и мягкой пшеницы по запасным белкам являются гетерогенными, что в свою очередь дает возможность сорту выявлять пластичность и адаптированность [2, 8–10].

Множественный аллелизм, кодоминантность наследования, независимость от условий выращивания делают эти маркеры

well as in tetraploid wheat varieties *T. dicoccum* v. *farum* Gli A1<sup>dmb</sup> and Gli B1<sup>dfc</sup> were identified. The identification of new allelic blocks of components makes it possible to use them as genetic markers in the future for the certification and breeding of new varieties.

**Keywords:** tetraploid wheat, storage proteins, gliadin, locus, allele, marker, identification

эффективными. Аллели глиадинкодирующих локусов твердой и других видов тетраплоидных пшениц, идентифицированных при электрофорезе в крахмальном геле (КГ) и выявленных в полиакриламидном геле (ПААГ), менее изучены [2, 11, 12].

Сравнительный анализ аллельного разнообразия позволил установить, что генофонд яровой и озимой твердой пшеницы, имеющий разный жизненный цикл, существенно различается. Для яровой твердой пшеницы выявлено сокращение уровня генетического разнообразия в современных сортах по сравнению с сортами, созданными в XX в. [2, 13].

Методом электрофореза в ПААГе изучено 150 сортов мягкой озимой пшеницы российской и зарубежной селекции. По шести глиадинкодирующим локусам выявлено 70 аллелей. Установлено, что 42% сортов являются гетерогенными, т.е. представленными несколькими генотипами, и 58 – гомогенными [8].

Цель исследования – изучение характера наследования и идентификация новых аллельных блоков компонентов глиадинкодирующих локусов в пшенице гибридного поколения  $F_2$ , полученной от межвидовых скрещиваний твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* (Азербайджан).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы проведены в лаборатории отдела «Технологии» Института генетических ресурсов Национальной Академии наук Азербайджана. Материалом для исследований

<sup>1</sup>Мельникова Е.Е. Полиморфизм запасных белков и качество зерна озимой мягкой и озимой твердой пшеницы в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2011. 24 с.

послужили гибридные зерна  $F_2$ , полученные от скрещивания местной твердой пшеницы GR 8670 *T. durum* v. *hordeiforme* ( $2n = 4x = 28$ ) с местным образцом культурной полбы двузернянки (*T. dicoccum* v. *farum*,  $2n = 4x = 28$ ) с геномным строением  $A^u A^u BB$ . Для получения гибридного поколения скрещивание проводили методом «колос на колос». Электрофоретический анализ запасных белков глиаина гибридных зерен  $F_2$  тетраплоидной пшеницы проведен по методике Ф.А. Поперели (1989 г.) в полиакриламидном геле и в глицин-ацетатном буфере (рН 3,1) [4]. Статистическую обработку данных оценки достоверности расщепления по компонентному составу глиаина проводили по расчету критерия  $\chi^2$  [14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

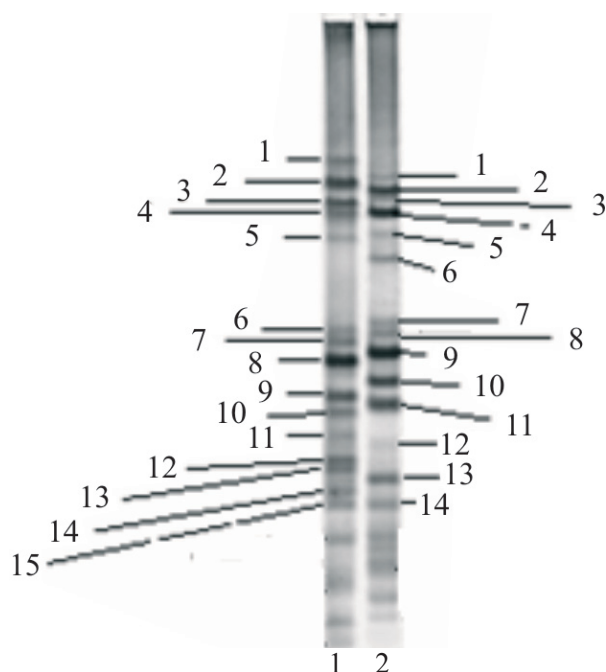
Гибридное поколение  $F_2$ , полученное от скрещивания образца местной твердой пшеницы GR 8670 *T. durum* v. *hordeiforme* ( $2n = 4x = 28$ ) с местным образцом культурной полбы дву-

зернянки (*T. dicoccum* v. *farum*), по данным электрофоретического анализа, обладают схожим геномным строением  $A^u A^u BB$ , имеют в зернах вполне сформированные эндосперм и зародыш.

Идентификация запасных белков аллельных блоков гибридов межвидового скрещивания очень важна. Электрофореграммы запасных белков образца твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и образца культурной полбы двузернянки (*T. dicoccum* v. *farum*) по  $\omega$ -,  $\gamma$ - и  $\beta$ -зонам различаются друг от друга (см. рис. 1, 2).

Цель проведения межвидовой гибридизации состояла в изучении наследования аллелей глиадинокодирующих локусов, контролирующих синтез аллелей запасных белков в зернах гибридов  $F_2$  поколения (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670  $\times$  *T. dicoccum* v. *farum*).

Поскольку аллельные блоки компонентов, образующие электрофореграммы глиаина местных и интродуцированных сортов, час-

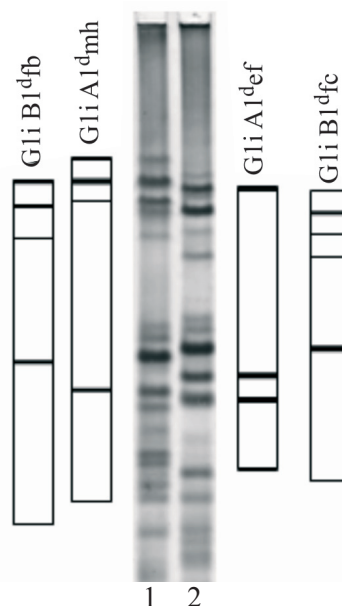


**Рис. 1.** Электрофореграммы запасных белков глиаина образцов твердой пшеницы:

1 – v. *hordeiforme* GR 8670 (материнская форма) и образца полбы; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* (отцовская форма)

**Fig. 1.** Electrophoregrams of gliadin storage proteins of durum wheat samples:

1 – v. *hordeiforme* GR 8670 (female parent) and the sample of spelt wheat; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* (male parent)



**Рис. 2.** Электрофореграммы запасных белков глиаина образцов твердой и тетраплоидной пшеницы:

1 – *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670; 2 – *T. dicoccum* v. *farum*) и идентифицированные аллельные блоки компонентов

**Fig. 2.** Electrophoregrams of gliadin storage proteins of durum wheat and tetraploid wheat samples:

1 – *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* m) and identified allelic blocks of components

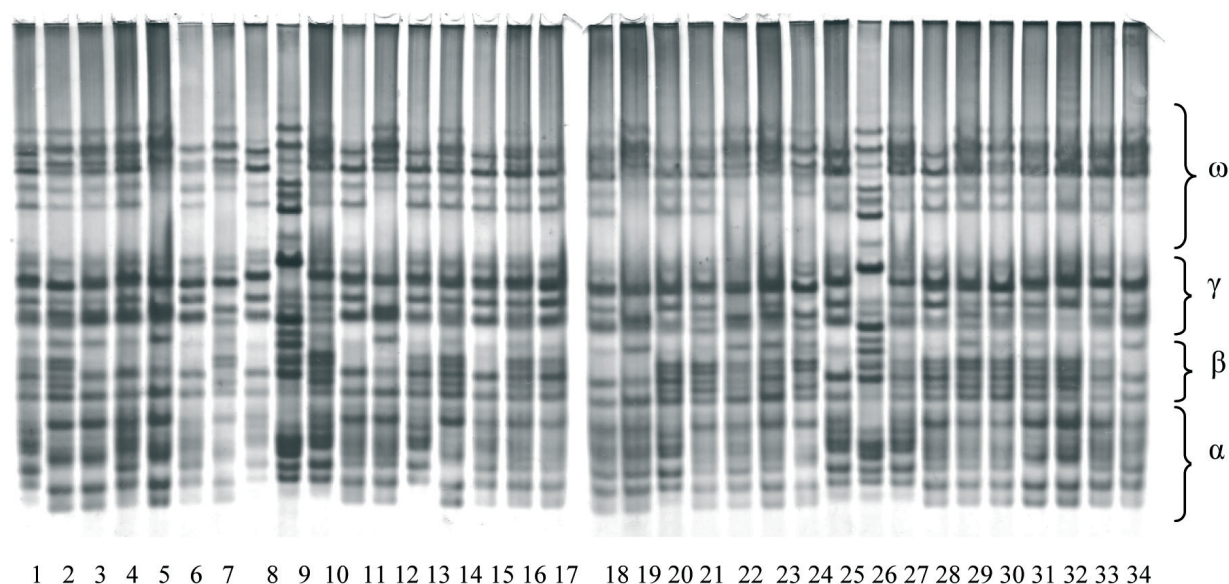


то встречаются у других образцов твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670, в данной гибридной комбинации ее использовали как сорт-маркер. Для идентификации аллельных блоков компонентов глиадина полученных гибридов  $F_2$  взят ранее идентифицированный сорт озимой твердой пшеницы Лангдон (сорт-маркер Langdon-Gli A1<sup>dc</sup>, Gli B1<sup>da</sup>, Gli B2<sup>da</sup>, Gli A2<sup>do</sup>). Это облегчило идентификацию аллельных блоков компонентов, контролируемых аллельными генами глиадинкодирующих локусов в электрофореграммах глиадина, полученных из зерен гибридного поколения  $F_2$ .

Идентификация аллельных блоков компонентов глиадина проведена в электрофореграмме запасных белков глиадина в 96 зернах гибридного поколения  $F_2$  по полиморфизму и частоте встречаемости этих аллелей в гибридном поколении (см. рис. 3). При этом учитывалось, что аллельные блоки компонентов глиадина, контролируемые аллелями глиадинкодирующих локусов (Gli 1A и Gli 1B), размещены в различных зонах электрофореграммы глиадина.

На рис. 3 и в табл. 1 показана частота встречаемости аллелей глиадинкодирующего локуса Gli 1A у 96 зерен гибридного поколения  $F_2$  твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670 и культурной полбы двузернянки *T. dicoccum v. farum*.

Электрофореграммы компонентов твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670 по  $\omega$ -,  $\gamma$ - и  $\beta$ -зонам различаются. Компоненты 1, 2, 3, 9 и 15 принадлежат к аллельному блоку компонентов глиадинкодирующего локуса Gli 1A, расположенного в 1A хромосоме твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670. В генотипе отцовской формы *T. dicoccum v. farum* электрофореграммы компонентов 2, 10, 11 и 13, кодируемых аллелями этого локуса, соответствовали второй аллели данного локуса. Частота встречаемости гомо- и гетерозиготных типов аллельных блоков компонентов в электрофореграммах зерен гибридного поколения  $F_2$  различна. В гибридной комбинации сортообразца материнской формы *v. hordeiforme* GR 8670 встречается 30 гомозиготных состояний блока Gli A1<sup>def</sup> и 43 гетерозиготных состояний



**Рис. 3.** Электрофореграммы глиадинкодирующих локусов зерен гибридного поколения  $F_2$ , полученных от межвидового скрещивания

*T. durum v. hordeiforme* GR 8670  $\times$  *T. dicoccum v. farum*:

1 – 34, 7 и 24 – *v. hordeiforme* GR 8670 (материнская форма), 8 и 25 – *T. dicoccum v. farum* (отцовская форма), 9 и 26 – сорт озимой твердой пшеницы Лангдон (сорт-маркер)

**Fig. 3.** Electrophoregrams of gliadin-coding loci in  $F_2$  grains of hybrid generation obtained from interspecific crossing of *T. durum v. hordeiforme* GR 8670  $\times$  *T. dicoccum v. farum*:

1 – 34, 7 and 24 – *v. hordeiforme* GR 8670 (female parent), 8 and 25 – *T. dicoccum v. farum* (male parent), 9 and 26 – variety of winter durum wheat Langdon (variety marker)

блоков Gli A1<sup>def</sup> + Gli A1<sup>dmh</sup>, принадлежащих блоку компонентов аллелей глиадинкодирующего локуса Gli 1A. В отцовской форме *T. dicoccum* v. *farum* наряду с этим встречается гомозиготный тип аллельного блока компонентов Gli A1<sup>dmh</sup>. Как видно из табл. 1, компоненты 1, 2, 3 и 9 электрофореграммы глиаина аллелей, контролируемых локусом Gld 1A, присущие материнскому образцу v. *hordeiforme* GR 8670, передаются по наследству в форме сцепленных блоков и отмечены как Gli A1<sup>def</sup> (см. рис. 1). Расчет критерия  $\chi^2$  при  $p < 0,05$  подтверждает достоверность того, что компоненты 2, 10, 11 и 13 второго аллеля этого локуса являются аллелями блока компонентов Gli A1<sup>dmh</sup>, присущего отцовской форме *T. dicoccum* v. *farum* (см. рис. 2).

Аллельные блоки компонентов глиадинкодирующих локусов Gli A1<sup>def</sup> и Gli A1<sup>dmh</sup> наследуются как независимые признаки, соответствующие монофакториальному менделевскому типу ( $p < 0,01$ ) (см. табл. 1). Идентифицированный аллельный блок компонентов твердой пшеницы v. *hordeiforme* GR 8670 отмечен как Gli A1<sup>def</sup>. Аллельные блоки компонентов, контролируемые генами аллелей глиадинкодирующих локусов Gli 1A, дают расщепление в отношении 1 : 2 : 1. Это в свою очередь показывает, что данные аллельные блоки передаются наследственно по монофакториальному менделевскому типу (см. рис. 2).

Наряду с геном А в геноме В в гомеологических хромосомах 1В локализо-

ваны аллели глиадинкодирующих локусов Gld 1B, контролирующие синтез запасных белков эндосперма зерна. В этой гибридной комбинации аллельный блок компонентов Gli B1<sup>dfb</sup>, присущий сортообразцу v. *hordeiforme* GR 8670, встречается в глиадиновых электрофореграммах 2, 3, 5, 8 и 16 (см. рис. 2). В гетерозиготной форме зерен гибридного поколения  $F_2$  сортообразца твердой пшеницы v. *hordeiforme* GR 8670 аллели глиадинкодирующих локусов Gli B1<sup>dfb</sup> + Gli B1<sup>dfc</sup> просматриваются в электрофореграммах 1, 2, 3, 4, 14 и 16. Частота встречаемости гомо- и гетерозиготных состояний аллелей глиадинкодирующих локусов отражена на рис. 3 и в табл. 2.

На основании гибридологического анализа, по данным табл. 2 и рис. 2 аллельный блок компонентов Gli B1<sup>dfc</sup>, принадлежащий отцовской форме тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* ( $\chi^2 = 0,75$ ,  $p < 0,01$ ), встречается в электрофореграммах 6, 11, 13, 15 и 17 на рис. 3.

Анализ проведенной работы показывает сцепленное наследование электрофоретических компонентов глиадинкодирующих локусов по менделевскому типу (1 : 2 : 1). Идентификация новых аллельных блоков компонентов дает возможность в дальнейшем использовать их в качестве генетических маркеров при паспортизации и в селекции новых сортов.

**Табл. 1.** Гибридологический анализ аллелей Gli A1<sup>def</sup> и Gli A1<sup>dmh</sup> по расчету критерия  $\chi^2$  в гибридном поколении  $F_2$  (v. *hordeiforme* GR 8670 × *T. dicoccum* v. *farum*) ( $p < 0,05$ )

**Table 1.** Hybridological analysis of alleles Gli A1<sup>def</sup> and Gli A1<sup>dmh</sup> by calculating  $\chi^2$  criterion in hybrid generation  $F_2$  (v. *hordeiforme* GR 8670 × *T. dicoccum* v. *farum*) ( $p < 0.05$ )

Генотип по глиадинкодирующим локусам	Теоретическое число ожидаемости расщепления зерен, шт. (1 : 2 : 1)	Фактическое число встречаемости аллелей, шт.	$\chi^2$
Gli A1 <sup>def</sup>	24	30	1,50
Gli A1 <sup>def</sup> + Gli A1 <sup>dmh</sup>	48	43	0,52
Gli A1 <sup>dmh</sup>	24	23	0,04 2,06

**Табл. 2.** Гибридологический анализ аллелей Gli B1<sup>dfb</sup> и Gli B1<sup>dfc</sup> по расчету критерия  $\chi^2$  в гибридном поколении  $F_2$  *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и культурной двузернянки *T. dicoccum* v. *farum* ( $p < 0,01$ )

**Table 2.** Hybridological analysis of alleles Gli B1<sup>dfb</sup> and Gli B1<sup>dfc</sup> by calculating  $\chi^2$  criterion in hybrid generation  $F_2$  *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 and cultivated emmer wheat *T. dicoccum* v. *farum* ( $p < 0.01$ )

Генотип по глиадинкодирующим локусам	Теоретическое число ожидаемости расщепления зерен, шт. (1 : 2 : 1)	Фактическое число частоты встречаемости аллелей, шт.	$\chi^2$
Gli B1 <sup>dfb</sup>	24	23	0,04
Gli B1 <sup>dfb</sup> + Gli B1 <sup>dfc</sup>	48	52	0,33
Gli B1 <sup>dfc</sup>	24	21	0,38 0,75

## ВЫВОДЫ

1. В результате изучения наследственного характера аллелей глиадинкодирующих локусов запасных белков зерен гибридного поколения  $F_2$  у материнской формы твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 были идентифицированы новые аллельные блоки Gli A1<sup>d</sup>ef и Gli B1<sup>d</sup>fb.

2. При электрофоретическом анализе запасных белков глиадин тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* (отцовская форма) были идентифицированы новые аллельные блоки компонентов Gli A1<sup>d</sup>mh и Gli B1<sup>d</sup>fc.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции: монография. М.: Наука, 1985. 272 с.
2. Кудрявцев А.М., Дедова Л.В., Мельник В.А., Шишкина А.А., Упельник В.П., Новосельская-Драгович А.Ю. Генетическое разнообразие современных российских сортов яровой и озимой твердой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. 2014. Т. 50. № 5. С. 554–559.
3. Du Cros D.L., Joppa L.R., Wrigley C.V. Two-dimensional analysis of gliadin proteins associated with quality in durum wheat: Chromosomal location of genes for their synthesis // Theoretical And Applied Genetics. 1983. Vol. 66. P. 297–302.
4. Попереля Ф.А. Полиморфизм глиадин и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой озимой пшеницы: монография. М.: Агропромиздат, 1989. С. 138–149.
5. Bonnin I., Bonneuil C., Goffaux R., Montalent P., Goldringer I. Explaining the decrease in the genetic diversity of wheat in France over the 20th century // Agric Ecosyst Environ. 2014. Vol. 195. P. 183–192.
6. Садыгов Г.Б., Трифонова А.А., Кудрявцев А.М. Генетическое разнообразие коллекции сортов и разновидностей *Triticum durum* Desf. из Азербайджана // Генетика. 2017. Т. 53. № 5. С. 579–590.
7. Панин В.М. Глиадины как генетические маркеры в генетике и селекции озимой твердой пшеницы // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3. С. 115–119.
8. Новосельская-Драгович А.Ю., Беспалова Л.А., Шишкина А.А., Мельник В.А.,

Упельник В.П., Фисенко А.В., Дедова Л.В., Кудрявцев А.М. Изучение генетического разнообразия сортов мягкой озимой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. 2015. Т. 51. № 5. С. 324–333.

9. Ganave G.D., Popova Z.G., Landjeva S.P., Kudryavtsev A.M. Gliadins of Bulgarian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces: genetic diversity and geographical distribution // Genetic Resources and Crop Evolution. 2010. Vol. 57. N 4. P. 587–595.
10. Hajiyev E., Akparov Z., Abilov Z., Abbasov M., Khalikulov Z., Sharma R.C. Comparative Analysis of Gene bank Accessions and Improved Varieties of Durum in Azerbaijan // Genetics and Breeding of Durum Wheat. Rome (Italy). 2013. P. 88.
11. Sadigov H.B. Gliadin and glutenin polymorphism in durum wheat landraces and breeding varieties of Azerbaijan // Genetika. Serbiya. 2015. Vol. 47. N 3. P. 839–848.
12. Li J., An B., Zhang X. Identification and promoter analysis of some important storage protein genes from wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plant Omics. 2012. Vol. 5. N 4. P. 326–332.
13. Melnikova N.V., Mitrofonova O.P., Liaponova O.A., Kudryavtsev A.M. Global diversity of durum wheat *Triticum durum* Desf. for alleles of gliadincoding loci // Russian Journal Of Genetics. 2010. Vol. 46. N 1. P. 43–49.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## REFERENCES

1. Sozinov A.A. *Polimorfizm belkov i ego znachenie v genetike i seleksii* [Protein polymorphism and its significance in genetics and breeding]. M.: Nauka Publ., 1985. 272 p. (In Russian).
2. Kudryavtsev A.M., Dedova L.V., Mel'nik V.A., Shishkina A.A., Upel'nik V.P., Novosel'skaya-Dragovich A.Yu. Geneticheskoe raznoobrazie sovremennykh rossiiskikh sortov yarovoi i ozimoi tverdoi pshenitsy po gliadinkodiruyushchim lokusam [Genetic diversity of modern Russian varieties of spring and winter durum wheat by gliadincoding loci]. *Genetika* [Russian Journal Of Genetics], 2014, vol. 50, no. 5, pp. 554–559. (In Russian).
3. Du Cros D.L., Joppa L.R., Wrigley C.V. Two-dimensional analysis of gliadin proteins associated with quality in durum wheat: Chromosomal location of genes for their synthesis. *Theoretical And Applied Genetics*, 1983, vol. 66, pp. 297–302.



4. Popereleya F.A. *Polimorfizm gliadina i ego svyaz' s kachestvom zerna, produktivnost'yu i adaptivnymi svoistvami sortov myagkoi ozimoi pshenitsy* [Gliadin polymorphism and its connection with the grain quality and productivity and adaptive qualities of spring common wheat varieties]. M.: Agropromizdat Publ., 1989, pp. 138–149. (In Russian).
5. Bonnin I., Bonneuil C., Goffaux R., Montalent P., Goldringer I. Explaining the decrease in the genetic diversity of wheat in France over the 20th century. *Agric Ecosyst Environ*, 2014, vol. 195, pp. 183–192.
6. Sadygov G.B., Trifonova A.A., Kudryavtsev A.M. Geneticheskoe raznoobrazie kollektsii sortov i raznovidnostei *Triticum durum* Desf. iz Azerbaidzhana [Genetic diversity of collectional varieties of *Triticum durum* Desf. from Azerbaijan]. *Genetika [Russian Journal Of Genetics]*, 2017, vol. 53, no. 5, pp. 579–590. (In Russian).
7. Panin V.M. Gliadiny kak geneticheskie markery v genetike i selektsii ozimoi tverdoi pshenitsy [Gliadins as genetic markers in genetics and breeding of winter durum wheat]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2011, no. 3, pp. 115–119. (In Russian).
8. Novosel'skaya-Dragovich A.Yu., Besspalova L.A., Shishkina A.A., Mel'nik V.A., Upelnik V.P., Fisenko A.V., Dedova L.V., Kudryavtsev A.M. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya sortov myagkoi ozimoi pshenitsy po gliadinkodiruyushchim lokusam [Study into the genetic diversity of soft winter wheat varieties by gliadincoding loci]. *Genetika [Russian Journal Of Genetics]*, 2015, vol. 51, no. 5, pp. 324–333. (In Russian).
9. Ganave G.D., Popova Z.G., Landjeva S.P., Kudryavtsev A.M. Gliadins of Bulgarian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces: genetic diversity and geographical distribution. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2010, vol. 57, no. 4, pp. 587–595.
10. Hajiyev E., Akparov Z., Abilov Z., Abbasov M., Khalikulov Z., Sharma R.C. Comparative Analysis of Gene bank Accessions and Improved Varieties of Durum in Azerbaijan. *Genetics and Breeding of Durum Wheat. Rome (Italy)*. 2013, pp. 88.
11. Sadigov H.B. Gliadin and glutenin polymorphism in durum wheat landraces and breeding varieties of Azerbaijan. *Genetika, Serbiya*, 2015, vol. 47, no 3, pp. 839–848.
12. Li J., An B., Zhang X. Identification and promoter analysis of some important storage protein genes from wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Omics*. 2012, vol. 5, no. 4, pp. 326–332.
13. Melnikova N.V., Mitrofonova O.P., Liaponova O.A., Kudryavtsev A.M. Global diversity of durum wheat *Triticum durum* Desf. for alleles of gliadincoding loci. *Russian Journal Of Genetics*, 2010, vol. 46, no. 1, pp. 43–49.
14. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], M.: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Садыгов Г.Б.**, кандидат биологических наук, доцент, заведующий отделом; Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана; **адрес для переписки:** AZ 1106, Баку, проспект Свободы, 155, Азербайджан; e-mail: hamlet.sadiqov@yahoo.com

#### AUTHOR INFORMATION

**Sadigov H.B.**, Candidate of Science in Biology, Associate Professor, Head of Department; **address:** 155 Prospect Svobody, Baku, AZ 1106, Azerbaijan; e-mail: hamlet.sadiqov@yahoo.com

*Дата поступления статьи 10.11.2018  
Received by the editors 10.11.2018*