АГРОНОМИЯ

УДК 633.111.1:575.174.015.3
DOI: 10.53083/1996-4277-2026-265-11-5-12

Г.В. Тоболова, С.С. Шепелев, В.П. Шаманин
G.V. Tobolova, S.S. Shepelev, V.P. Shamanin

ОЦЕНКА ГЕНОТИПИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ

EVALUATION OF GENOTYPIC DIVERSITY OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES BY RESERVE PROTEIN ELECTROPHORESIS TECHNIQUE

Ключевые слова: *мягкая пшеница, сорт, электрофорез, глиадин, компонентный состав, глиадинкодирующие локусы, аллельный состав, полиморфизм, частота, биотип.*

Создание высокопродуктивных и высококачественных сортов пшеницы относится к приоритетным направлениям из-за изменений климата и влияния негативных биотических и абиотических факторов окружающей среды. В связи с этим наиболее актуальной задачей в селекции яровой мягкой пшеницы является подбор родительских форм для скрещиваний с разнообразным генетическим материалом. В настоящее время для идентификации и паспортизации сортов используют биохимические и молекулярно-генетические методы. Изучено генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы Омской области по глиадинкодирующим локусам методом электрофореза в полиакриламидном геле. В результате электрофоретического анализа зерновок 14 сортов яровой мягкой пшеницы Омского ГАУ было выяснено, что они различались по компонентному составу глиадина. По каждому сорту определена биохимическая формула по глиадинкодирующим локусам. Максимальную частоту встречаемости имели аллели: *b* – по хромосоме 1D (57,1%), *l* – по хромосоме 1B (42,8%), *j* – по хромосоме 6D (35,7%). Определено, что 3 сорта состояли из нескольких биотипов, а остальные были однотипными. Сорт ЭФ22 имел 2 биотипа. Биотипы различались между собой по 5 глиадинкодирующим локусам 1-й и 2-й гомеологических групп *Gli-A1, B1, A2, B2, D2*. Основное отличие наблюдалось по локусу *Gli-B1.* Сорт Столыпинская 2 также имел 2 биотипа. Полиморфизм ГКЛ отмечен по 3 локусам: *Gli-B1, Gli-D1* и *Gli-A2.* Первый биотип имел аллели *n* (1B), *g* (1D), *p* (2A), второй биотип – *c* (1B), *k* (1D), *b* (2A). Сорт Лютесценс 14-22 имел 2 биотипа, которые различались по одному локусу *Gli-B1.* Составленные биохимические формулы по гладинкодирующим локусам исследованных сортов включены в базы данных по пшенице.

Keywords: *soft wheat, variety, electrophoresis, gliadin, component composition, gliadin-coding loci, allelic composition, polymorphism, frequency, biotype.*

The development of highly productive and high-quality wheat varieties is a priority due to climate change and the influence of negative biotic and abiotic environmental factors. In this regard, the most urgent task in spring soft wheat breeding is the selection of parental forms for crosses with a variety of genetic material. Currently, biochemical and molecular genetic methods are used to identify and certify varieties. We studied the genetic diversity of spring soft wheat varieties of the Omsk Region by gliadin-coding loci by polyacrylamide gel electrophoresis. As a result of electrophoretic analysis of kernels of 14 varieties of spring soft wheat from the Omsk State Agricultural University, it was found that they differed in the component composition of gliadin. The following alleles had the highest occurrence: *b* regarding chromosome 1D (57.1%), allele *l* - chromosome 1B (42.8%), allele *j* - chromosome 6D (35.7%). It was determined that 3 varieties had several biotypes, and the rest were of the same type. The EF22 variety had two biotypes. The biotypes differed in five gliadin-coding loci of the first and second *Gli* homeological groups - *A1, B1, A2, B2, D2*. The main difference was observed regarding the *Gli-B1* locus. The Stolypinskaya 2 variety also had two biotypes. Gliadin-coding loci polymorphism was observed at three loci: *Gli-B1, Gli-D1 and Gli-A2*. The first biotype had alleles *n* (1B), *g* (1D), and *p* (2A). The second biotype was *c* (1B), *k* (1D), *b* (2A). The Lutescens 14-22 variety had two biotypes which differed in one *Gli-B1* locus. The biochemical formulas for the gliadin-coding loci of the studied varieties were compiled and included in wheat databases.

Тоболова Галина Васильевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Российская Федерация, e-mail: tgv60@mail.ru.
Шепелев Сергей Сергеевич, к.с.-х.н., зав. лабораторией генетики зерновых культур, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: ss.shepelev@omgau.org.
Шаманин Владимир Петрович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: vp.shamanin@omgau.org.

Tobolova Galina Vasilevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation, e-mail: tgv60@mail.ru.
Shepelev Sergey Sergeevich, Cand. Agr. Sci., Head, Laboratory of Grain Crop Genetics, Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: ss.shepelev@omgau.org.
Shamanin Vladimir Petrovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: vp.shamanin@omgau.org.

Введение

Производство зерна и экспортный потенциал России находятся в существенной зависимости от глобальных процессов изменения климата и возрастающего влияния негативных биотических и абиотических факторов окружающей среды на урожайность и качество зерна пшеницы. В этой связи расширение генетической основы создаваемых сортов одна из наиболее актуальных задач в селекции яровой мягкой пшеницы [1].

Наиболее распространенным и применяемым в селекции и семеноводстве зерновых культур для генетической идентификации сортов является метод электрофореза запасных белков (проламинов). Широкое распространение метод получил благодаря работам А.А. Созинова [2] и В.Г. Конарева [3]. Этот метод применяется для идентификации пшеницы [4-8], ячменя [9], овса [10], кукурузы [11], ржи [12], картофеля [13].

В работе Е.К. Хлесткиной, Т.А. Гавриленко, И.Г. Чухиной [и др.] [14] рассмотрена проблема сортовой идентификации "5.0", в связи с задачей современного рационального подхода к генетической паспортизации, которая необходима для защиты интеллектуальных прав селекционеров, контроля качества семян и развития отечественной селекции.

Цель исследований – изучение генетического разнообразия по глиадинкодирующим локусам сортов яровой мягкой пшеницы Омской области для идентификации и паспортизации.

Объекты и методы исследований

В исследования были включены 14 сортов яровой мягкой пшеницы, созданные в Омском государственном аграрном университете имени П.А. Столыпина: Элемент 22, Касибовская 2, Силантий, Агрономическая 5, ОмГАУ 90, ОмГАУ 100, ЭФ 22, Дуэт, Столыпинская 2, Столыпинская 105, Нива 55, Павлоградка, Омский аметист и Лютесценс 14-22.

Анализ родословных исследованных сортов показал, что при их создании наряду с сортами мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения участвовали дикие сородичи пшеницы, в частности: *Aegilops squarrosa* и *Triticum dicoccon* (табл. 1).

Электрофоретический анализ запасных белков зерновок проводили в 2025-2026 гг. в лаборатории сортовой идентификации (Росс RU ДС 1.6.1.116 от 14.11.2023) Аграрного университета ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет».

Запасные белки пшеницы (глиадины) экстрагировали из целой зерновки в соответствии с [15]. Для анализа от каждого сорта отбирали случайным образом по 50 зерновок. Зерновки размалывали индивидуально и помещали в пробирки Eppendorf (Германия) объемом 1,5 мл. Глиадин экстрагировали 200 мкл 70%-ного этанола в течение 60 мин. 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 мин. при 10000 об/мин. Белковый экстракт в объеме 25-30 мкл наносили на 8,3%-ный 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 $FeSO4\times7H2O$ и доводили до 900 мл алюминий-лактатным буфером. Буфер содержал 8,5 ммоль лактат алюминия (Sigma-Aldrich, США), до pH 3,1 доводили 85%-ной молочной кислотой (Sigma-Aldrich, США). Полимеризацию геля инициировали 45 мкл 15%-ного раствора $H2O2$ на 70 мл гелевого раствора. Для электрофореза использова-

ли 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%-ной трихлоруксусной кислоте с добавлением 0,05%-ного 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 анализировали по компонентному составу и идентифицировали по [16].

В качестве стандарта использовали сорт озимой мягкой пшеницы Безостая 1. Оригинатор сорта: Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко. Выведен в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства путем индивидуального отбора из сложного гибридного сорта Безостая 4, полученного от скрещивания сортов Лютесценс 17 х Скороспелка 2. Разновидность *lutescens.*

Генетические формулы исследованных сортов записывали в соответствии с каталогом McIntosh R. A. (2008). Электрофоретический спектр глиадина сорта мягкой пшеницы Безостая 1: *Gli-A1 b, Gli-B1 b, Gli-D1 b, Gli-A2 b, Gli-B2 b, Gli-D2 b.*

Таблица 1

Родословные сортов мягкой пшеницы

Сорт	Родословная
Элемент 22	(GRANIITE x SARATOVSKAYA 29) x [ERYTHROSPERMUM 59 x (TSELIINNAYA 20 x TERTSIIYA)]
Касибовская 2	LUTESCENS 210.99.10/3/SRN/AE.SQUARROSA (358)//MILAN/SHA7/4/CHELYABA YUBILEINAYA
Силантий	LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR
Агрономическая 5	SONATA*2//TAM200/TURACO
ОмГАУ 90	(Эритроспермум 59 х Терция) х Эритроспермум 59
ОмГАУ 100	Лютесценс 444 х Эритроспермум 59
ЭФ 22	BC1F4(Элемент × i : S29 PF)
Дуэт	ERYTHROSPERMUM 59 x (TSELINNAYA 20 x ANK 102)
Омский аметист	BC1F4(Элемент × i : S29 PF)
Столыпинская 105	ALTAYSKAYA 530*2//TAM200/TURACO
Столыпинская 2	GLE/3/KA/NAC//TRCH/4/OMSKAYA 37
Нива 55	LUTESCENS 307-97-23/3/EMB16/CBRD//CBRD/4/ALTAYSKAYA 530
Павлоградка	Актюбинская 91 х Алтайская 50
Лютесценс 14-22	Дуэт х LUTESCENS 70/2*PASTOR/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR/4/LUTESCENS 210.99.10 /5/ Фитон 328/Фитон 505// Фитон 412

Результаты и их обсуждение

Электрофоретический анализ зерновок показал, что сорта различались по количеству, подвижности и интенсивности компонентов глиадина. Анализ полиморфизма ГКЛ сортов пшеницы показал, что частота встречаемости аллелей по шести локусам была разной. Чаще всего встречались: по локусу *Gli-A1* – аллель *k* (28,5%), локусу *Gli-B1* – аллель *l* (42,8%), *b* (28,5%), локусу *Gli-D1* – аллель *b* (57,1%), локусу *Gli-A2* – аллели *b, p, x* (по 21,4%), локусу *Gli-B2* – аллели *v*, *c* (по 21,4%), локусу *Gli-D2* – аллель *j* (35,7%) (табл. 2).

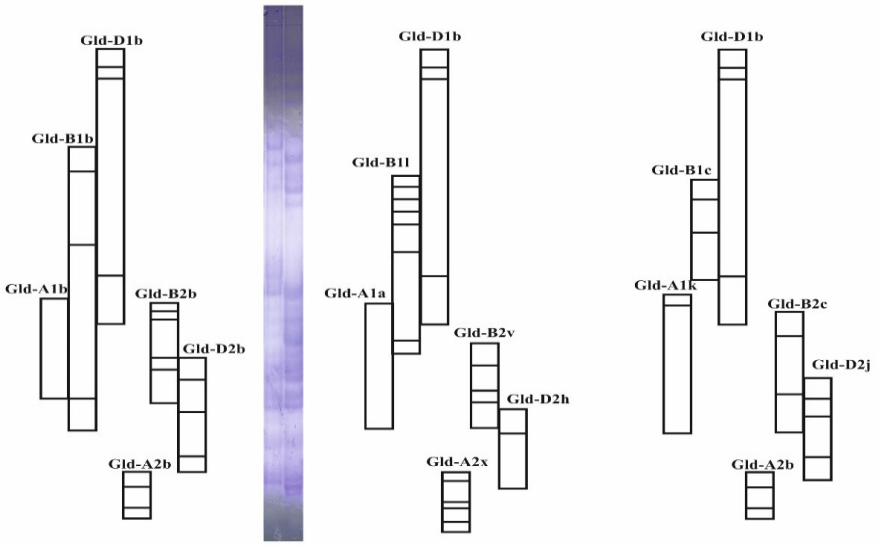
Из исследованных сортов яровой мягкой пшеницы 11 были однотипными, а три политипными: ЭФ 22, Столыпинская 2 и Лютесценс 14-22.

Электрофоретический анализ показал, что сорт ЭФ 22 (BC1F4 (Элемент × i: S29 PF) имел два биотипа. По спектрам глиадина из 62 проанализированных зерновок 53 были отнесены к первому биотипу, а 9 – ко второму. Биотипы различались между собой по пяти глиадинкодирующим локусам *Gli*-A1, B1, A2, B2, D2 (рис. 1). Основное отличие наблюдалось по локусу *Gli*-B1, так как зерновки второго биотипа имели в спектре 7-й компонент, который является реперным для хромосомы 1В. У зерновок, отнесенных к первому биотипу, в электрофореграммах этого компонента не наблюдалось.

Таблица 2

Генетические формулы сортов яровой мягкой пшеницы

Сорта	Локусы Gli-					
	A1	B1	D1	A2	B2	D2
Элемент 22	k	l	b	u	v	j
Касибовская 2	o	b	b	g	e	e
Силантий	f	b	b	p	q	e
Агрономическая 5	r	l	h	l	c	j
ОмГАУ 90	d	d	b	a	u	h
ОмГАУ 100	f	l	b	i	g	b
ЭФ 22	a+k	l+c	b	x+b	v+c	h+j
Дуэт	k	l	a	x	s	g
Омский аметист	h	l	b	x	v	e
Столыпинская 105	l	e	l	b	c	b
Столыпинская 2	k	n+c	g+k	p+b	j	g
Нива 55	o	b	b	p	r	g
Павлоградка	m	c	i	k	r	j
Лютесценс 14-22	c	n+b	f	i	g	j



а б в

Рис. 1. Электрофореграммы сортов и схемы блоков компонентов глиадина: а – Безостая 1; б – ЭФ 22 (I биотип); в – ЭФ 22 (II биотип)

Анализ родословной сорта ЭФ22 показал, что глиадинкодирующие локусы родительской формы сорта Элемент 22 распределились между двумя биотипами ЭФ22. Первый биотип унаследовал три аллеля по трем локусам *Gli-B1 l, Gli-D1 b, Gli-B2 v,* второй биотип – также три аллеля по локусам *Gli-A1 k, Gli-D1 b, Gli-D2 j*.

Не встречающиеся аллели сорта Элемент 22 по локусу *Gli-A1 a*, *Gli-B1 x* и *Gli-D2 h* были унаследованы биотипами сорта ЭФ22, по-видимому, от других родительских форм.

У сорта пшеницы Столыпинская 2 (GLE/3/KA/NAC//TRCH/4/OMSKAYA 37) были обнаружены 2 типа спектра (рис. 2). Один тип электрофореграмм идентифицирован у 28 зерен – первый биотип. Электрофореграммы 20 зерновок отличались от первого типа и были отнесены ко второму биотипу. По компонентному составу глиадина оба биотипа различались по трем локусам: *Gli-B1, Gli-D1* и *Gli-A2.* Первый биотип имел аллель *n* по хромосоме 1B, аллель *g* – по хромосоме 1D и аллель *p* – по хромосоме 2A в отличие от второго биотипа с другим аллельным составом по аналогичным хромосомам *c*, *k*, *b*, соответственно.

Анализируя родословную сорта Столыпинская 2, следует отметить, что одной из родительских форм выступал сорт Омская 37 – являющийся политипным сортом и состоит из четырех биотипов. Биотипы сорта Омская 37 различались по двум локусам: *Gli-D1* и *Gli-B2.* Аллельный состав сорта Столыпинская 2 сильно отличался от Омской 37. Оба биотипа Столыпинской 2 не унаследовали ни одного аллеля от родительской формы Омская 37.

У сорта Лютесценс 14-22 (Дуэт x LUTESCENS 70/2*PASTOR/3/T.DICOCCON PI94625/AE. SQUARROSA (372)//3*PASTOR/4/LUTESCENS 210.99.10 /5/ Фитон 328/Фитон 505// Фитон 412) из 76 проанализированных зерновок 66 принадлежали первому биотипу, остальные – второму (рис. 3). Биотипы различались между собой по одному локусу *Gli-B1.* Анализ показал, что первый биотип по хромосоме 1B имел аллель *n*, второй – *b.*

Генетическая формула первого биотипа определена *Gli A1 c, B1 n, D1 f, A2 i, B2 g, D2 j* [*c, n, f, i, g, j*], второго биотипа – *Gli A1 c, B1 b, D1 f, A2 i, B2 g, D2 j* [*c, b, f, i, g, j*].

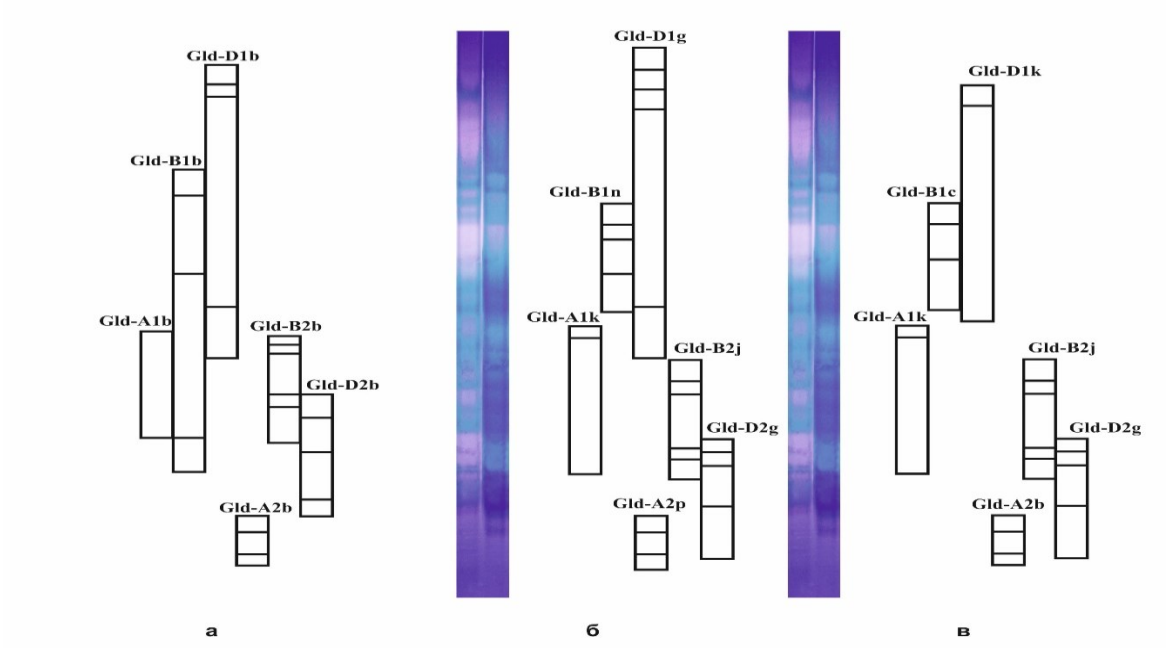


Рис. 2. Электрофореграммы сортов и схемы блоков компонентов глиадина: а – Безостая 1; б – Столыпинская 2 (I биотип); в – Столыпинская 2 (II биотип)

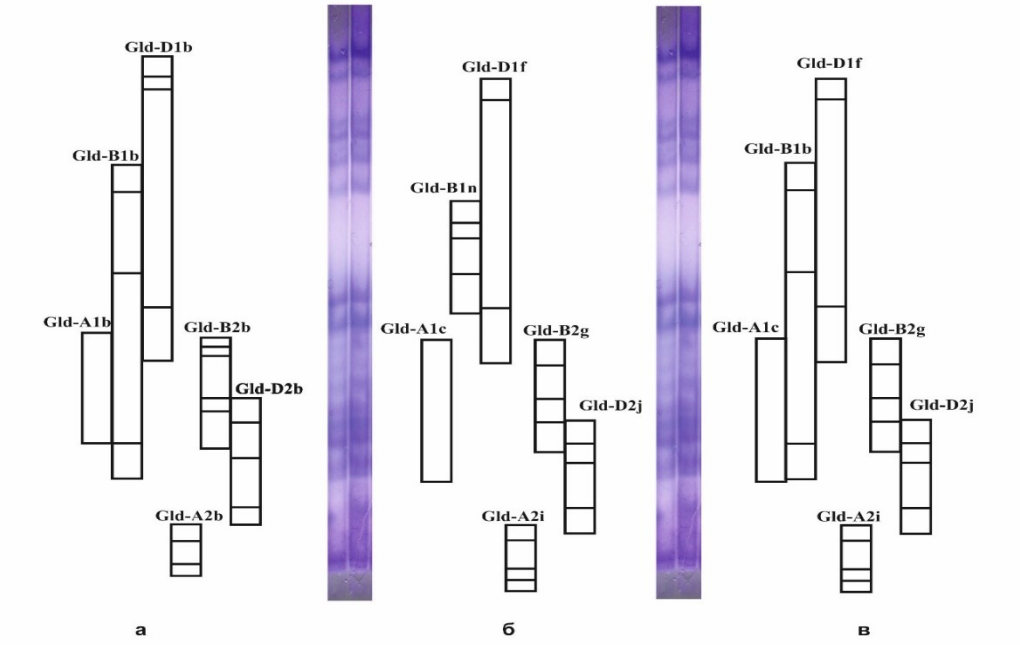


Рис. 3. Электрофореграммы сортов и схемы блоков компонентов глиадина: а – Безостая 1; б – Лютесценс 14-22 (I биотип); в – Лютесценс 14-22 (II биотип)

Заключение

В родословной сорта Лютесценс 14-22 присутствуют сорта Дуэт и Лютесценс 70. Анализ показал, что только два аллеля по глиадину были унаследованы от родительского сорта Дуэт. У биотипов Лютесценс 14-22 присутствуют два глиадинкодирующих локуса *Gli-D1 f* и *Gli-D2 j.* Остальные аллели были получены предположительно от других сортов, которые в свою очередь были созданы с участием *Triticum dicoccon* и *Aegilops squarrosa.*

Сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в Омском ГАУ, различаются по глиадинкодирующим локусам, что свидетельствует о генетическом разнообразии исходного материала, использованного при их создании. Аллели по шести локусам имели значительное различие между сортами, наибольшее повторение отмечено: по локусу *Gli-D1* – аллель *b* (57,1%), локусу *Gli-D2* – аллель *j* (35,7%), локусу *Gli-A1* – аллель *k* (28,5%), локусу *Gli-B1* – аллель *l* (42,8%), *b* (28,5%), локусу *Gli-A2* – аллели *b, p, x* (по 21,4%), локусу *Gli-B2* – аллели *v*, *c* (по 21,4%).

Три сорта: ЭФ22, Столыпинская 2 и Лютесценс 14-22 были политипными. Сорт ЭФ22 имел два биотипа, которые различались между собой по пяти глиадинкодирующим локусам первой и второй гомеологических групп *Gli-A1, B1, A2, B2, D2*. Основное отличие наблюдалось по локусу *Gli-B1.* Сорт Столыпинская 2 также имел два биотипа. Полиморфизм этого сорта по ГКЛ был отмечен по трем локусам: *Gli-B1, Gli-D1* и *Gli-A2.* Первый биотип имел аллели *n* (1B), *g* (1D), *p* (2A), второй биотип – *c* (1B), *k* (1D), *b* (2A). Два биотипа выявлено у сорта Лютесценс 14-22, биотипы которого различались по одному локусу *Gli-B1.* Полученные данные по сортам с различными биотипами следует учитывать при производстве оригинальных семян для поддержания типичности сорта, учитывая, что биотипы могут иметь разную адаптивность.

Библиографический список

1. Гексаплоидные синтетики и эффективные гены для селекции пшеницы в условиях Западной Сибири / В. П. Шаманин, С. С. Шепелев, И. В. Потоцкая [и др.]; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. – Омск, 2021. – 172 с. – ISBN 978-5-89764-957-0. – Текст: непосредственный.

2. Созинов, А. А. Полиморфизм белков и его значение для генетики и селекции / А. А. Созинов. – Текст: непосредственный // Вестник Академии наук СССР. – 1982. – № 11. – С. 18-29.

3. Конарев, В. Г. Белки растений как генетические маркеры / В. Г. Конарев. – Москва: Колос, 1983. – 320 с. – Текст: непосредственный.

4. Новосельская-Драгович, А. Ю. Структурная организация генома мягкой пшеницы на примере генов запасных белков / А. Ю. Новосельская-Драгович. – Текст: непосредственный // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы: сборник тезисов Международного Конгресса, Санкт-Петербург, 18-22 июня 2019 года. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство ВВМ», 2019. – С. 447.

5. Фисенко, А. В. Происхождение, генетическое разнообразие и миграционные пути культурной полбы *Triticum dicoccum* / А. В. Фисенко, А. Ю. Драгович. – DOI 10.31857/S0016675824040022. – Текст: непосредственный // Генетика. – 2024. – Т. 60, № 4. – С. 20-33.

6. Пухальский, В. А. Сравнительное изучение генетического разнообразия современных сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) России на основе отягощенности их генами гибридного некроза / В. А. Пухальский, Е. Н. Билинская, А. М. Кудрявцев. – DOI 10.31857/S0016675821080129. – Текст: непосредственный // Генетика. – 2021. – Т. 57, № 8. – С. 925-933.

7. Оценка генетического разнообразия глиадинкодирующих локусов у образцов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), созданных в различных селекционных центрах Казахстана и России / М. У. Утебаев, С. М. Дашкевич, О. О. Крадецкая [и др.]. – DOI 10.18699/vjgb-24-31. – Текст: непосредственный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2024. – Т. 28, № 3. – С. 263-275.

8. Тоболова, Г. В. Анализ компонентного состава глиадина сортообразцов *Triticum aethiopicum* Jakubz. в условиях лесостепи Тюменской области / Г. В. Тоболова. – DOI 10.35524/2227-

0280_2025_05_43. – Текст: непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2025. – № 5 (118). – С. 43-50.

9. Генетические маркеры в лабораторном сортовом контроле ячменя (*Hordeum vulgare* L.) / А. А. Поморцев, Е. В. Лялина, Н. А. Терещенко [и др.]. – DOI 10.31857/S0016675821090101. – Текст: непосредственный // Генетика. – 2021. – Т. 57, № 9. – С. 1054-1061.

10. Любимова, А. В. Эффективность использования метода электрофореза проламинов в первичном семеноводстве зерновых культур / А. В. Любимова, Д. И. Еремин, Ю. С. Иванова. – DOI 10.18699/PlantGen-2025-132. – Текст: непосредственный // Генетика, геномика, биоинформатика и биотехнология растений (PlantGen2025): тезисы докладов 8-й Международной научной конференции, Новосибирск, 02-05 июля 2025 года. – Новосибирск: Федеральный исследовательский центр институт цитологии и генетики СО РАН, 2025. – С. 132.

11. Сидорова, В. В. Спектры зеина как эффективные маркеры хозяйственно ценных признаков кукурузы / В. В. Сидорова, А. В. Конарев, Ю. А. Керв. – DOI 10.30901/2227-8834-2023-2-160-175. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184, № 2. – С. 160-175.

12. Пенева, Т. И. Секалины как маркеры в идентификации и оценке генетического разнообразия культурной ржи / Т. И. Пенева, Н. М. Мартыненко, В. Д. Кобылянский. – Текст: непосредственный // Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни: тезисы докладов международной научной конференции, посвященной 120-летию основания института, Санкт-Петербург, 06-08 октября 2014 года. – Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, 2014. – С. 77.

13. Развитие Комплексной стратегии регистрации сортового генофонда в генбанках – совершенствование методов генетической паспортизации и сортовой идентификации / Т. А. Гавриленко, И. Г. Чухина, О. Ю. Антонова [и др.]. – DOI 10.30901/2658-6266-2025-2-o6. – Текст: непосредственный // Биотехнология и селекция растений. – 2025. – Т. 8, № 2. – С. 48-62.

14. Генетические паспорта: наука – экономике / Е. К. Хлесткина, Т. А. Гавриленко, И. Г. Чухина [и др.]. – DOI 10.30901/2658-6266-2025-2-o5. – Текст: непосредственный // Биотехнология и селекция растений. – 2025. – Т. 8, № 2. – С. 63-79.

15. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений / А. А. Поморцев, А. М. Кудрявцев, В. П. Упелниек [и др.]. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 96 с. – Текст: непосредственный.

16. Metakovsky, E. V., Novoselskaya A. Yu. (1991). Gliadin allele identification in common wheat. I. Methodological aspects of the analysis of gliadin patterns by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Genet. Breed.* 45 (4): 317-324.

17. Catalogue of Gene Symbols for Wheat / R. A. McIntosh, Y. Yamazaki, K. M. Devos [et al.]. – Text: Электронный // MacGene, 2008. http://www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes (дата обращения: 12.05.2026).

References

1. Geksaploidnye sintetiki i effektivnye geny dlya selektsii pshenitsy v usloviyakh Zapadnoy Sibiri / V. P. Shamanin, S. S. Shepelev, I. V. Pototskaya [i dr.] // Ministerstvo selskogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii, Omskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Omsk: FGBOU VO Omskiy GAU, 2021. – 172 s. – ISBN 978-5-89764-957-0.

2. Sozinov, A. A. Polimorfizm belkov i ego znachenie dlya genetiki i selektsii / A. A. Sozinov // Vestn. AN SSSR. – 1982. – No. 11. – S. 18-29.

3. Konarev, V. G. Belki rasteniy kak geneticheskie markery / V. G. Konarev. – Moskva: Kolos, 1983. – 320 s.

4. Novoselskaya-Dragovich, A. Yu. Strukturnaya organizatsiya genoma myagkoy pshenitsy na primere genov zapasnykh belkov / A. Yu. Novoselskaya-Dragovich // VII Sezd Vavilovskogo obshchestva genetikov i selektsionerov, posvyashchennyy 100-letiyu kafedry genetiki SPbGU, i assotsiirovannye simpoziumy: Sbornik tezisov Mezhdunarodnogo Kongressa, Sankt-Peterburg, 18–22 iyunya 2019 goda. – Sankt-Peterburg: OOO "Izdatelstvo VVM", 2019. – S. 447.

5. Fisenko, A. V. Proiskhozhdenie, geneticheskoe raznoobrazie i migratsionnye puti kulturnoy

polby Triticum dicoccum / A. V. Fisenko, A. Yu. Dragovich // Genetika. – 2024. – T. 60, No. 4. – S. 20-33. – DOI 10.31857/S0016675824040022.

6. Pukhalskiy, V. A. Sravnitelnoe izuchenie geneticheskogo raznoobraziya sovremennykh sortov yarovoy myagkoy pshenitsy (Triticum aestivum L.) Rossii na osnove otyagoshchennosti ikh genami gibridnogo nekroza / V. A. Pukhalskiy, E. N. Bilinskaya, A. M. Kudryavtsev // Genetika. – 2021. – T. 57, No. 8. – S. 925-933. – DOI 10.31857/S0016675821080129.

7. Otsenka geneticheskogo raznoobraziya gliadinkodiruyushchikh lokusov u obraztsov yarovoy pshenitsy (Triticum aestivum L.), sozdannykh v razlichnykh selektsionnykh tsentrakh Kazakhstana i Rossii / M. U. Utebaev, S. M. Dashkevich, O. O. Kradetskaya [i dr.] // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. – 2024. – T. 28, No. 3. – S. 263-275. – DOI 10.18699/vjgb-24-31.

8. Tobolova, G. V. Analiz komponentnogo sostava gliadina sortoobraztsov Triticum aethiopicum Jakubz. v usloviyakh lesostepi Tyumenskoy oblasti / G. V. Tobolova // Agroprodovolstvennaya politika Rossii. – 2025. – No. 5 (118). – S. 43-50. – DOI 10.35524/2227-0280_2025_05_43.

9. Geneticheskie markery v laboratornom sortovom kontrole yachmenya (Hordeum vulgare L.) / A. A. Pomortsev, E. V. Lyalina, N. A. Tereshchenko [i dr.] // Genetika. – 2021. – T. 57, No. 9. – S. 1054-1061. – DOI 10.31857/S0016675821090101.

10. Lyubimova, A. V. Effektivnost ispolzovaniya metoda elektroforeza prolaminov v pervichnom semenovodstve zernovykh kultur / A. V. Lyubimova, D. I. Eremin, Yu. S. Ivanova // Genetika, genomika, bioinformatika i biotekhnologiya rasteniy (PlantGen2025): Tezisy dokladov 8-oy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Novosibirsk, 02–05 iyulya 2025 goda. – Novosibirsk: ITsiG SO RAN, 2025. – S. 132. – DOI 10.18699/PlantGen-2025-132.

11. Sidorova, V. V. Spektry zeina kak effektivnye markery khozyaystvenno tsennykh priznakov kukuruzy / V. V. Sidorova, A. V. Konarev, Yu. A. Kerv // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – 2023. – T. 184, No. 2. – S. 160-175. – DOI 10.30901/2227-8834-2023-2-160-175.

12. Peneva, T. I. Sekaliny kak markery v identifikatsii i otsenke geneticheskogo raznoobraziya kulturnoy rzhi / T. I. Peneva, N. M. Martynenko, V. D. Kobylyanskiy // Geneticheskie resursy rasteniy – osnova prodovolstvennoy bezopasnosti i povysheniya kachestva zhizni: Tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 120-letiyu osnovaniya instituta, Sankt-Peterburg, 06–08 oktyabrya 2014 goda. – Sankt-Peterburg: VIR, 2014. – S. 77.

13. Razvitie Kompleksnoy strategii registratsii sortovogo genofonda v genbankakh – sovershenstvovanie metodov geneticheskoy pasportizatsii i sortovoy identifikatsii / T. A. Gavrilenko, I. G. Chukhina, O. Yu. Antonova [i dr.] // Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy. – 2025. – T. 8, No. 2. – S. 48-62. – DOI 10.30901/2658-6266-2025-2-o6.

14. Geneticheskie pasporta: nauka – ekonomike / E. K. Khlestkina, T. A. Gavrilenko, I. G. Chukhina [i dr.] // Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy. – 2025. – T. 8, No. 2. – S. 63-79. – DOI 10.30901/2658-6266-2025-2-o5.

15. Metodika provedeniya laboratornogo sortovogo kontrolya po gruppam selskokhozyaystvennykh rasteniy / Pomortsev A.A., Kudryavtsev A.M., Upelniek V.P., i dr. – Moskva: FGNU “Rosinformagrotekh”, 2004. S. 96.

16. Metakovsky, E. V., Novoselskaya A. Yu. (1991). Gliadin allele identification in common wheat. I. Methodological aspects of the analysis of gliadin patterns by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Genet. Breed.* 45 (4): 317-324.

17. Catalogue of Gene Symbols for Wheat / R. A. McIntosh, Y. Yamazaki, K. M. Devos [et al.] // MacGene, 2008. http://www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes (data obrashcheniya: 12.05.2026).

Исследования проведены в рамках проекта Министерства науки высшего образования Российской Федерации, направленного на обновление материально-технической базы организаций, выполняющих научные исследования и разработки (Соглашение № 075-15-2025-628 от 23 июля 2025 г.).

✦ ✦ ✦