

УДК 575.174.015.3:631.527:633.11:633.16

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ГОРДЕИН-КОДИРУЮЩИМ ЛОКУСАМ ЗА 40-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД НАУЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

© 2024 г. Н. А. Сурин¹, Л. Н. Шевцова^{2, *}, Н. С. Козулина¹, Ю. М. Борисов³

¹Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федерального исследовательского центра “Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук”, Красноярск, 660041 Россия

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, 660049 Россия

³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, 119071 Россия

*e-mail: shevtsovaln48@rambler.ru

Поступила в редакцию 14.09.2023 г.

После доработки 25.09.2023 г.

Принята к публикации 06.10.2023 г.

В статье рассмотрены и обобщены результаты исследований полиморфизма гордеинов (HRD) ярового ячменя методом электрофореза в Красноярском НИИ сельского хозяйства (КНИИСХ) за период с 1988 по 2021 г. Проведенный анализ динамики генетического разнообразия сортообразцов ячменя экологического и селекционных питомников КНИИСХ, районированных и допущенных к использованию сортов в Красноярском крае показал существенное сужение частоты встречаемости и утрату ряда аллелей, характерных для условий Приенисейской Сибири, и появление редких вариантов для Сибирского региона. На основе многолетних наблюдений состава гордеинов селекционных образцов (перспективные и браковки), созданных по разным направлениям селекции, выявлена сопряженность ряда аллелей с хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: ячмень, селекция, идентификация, электрофоретические спектры, запасные белки ячменя, гордеины, аллели гордеинов, разнообразие, частоты встречаемости.

DOI: 10.31857/S0016675824030037 EDN: DPHVMH

В настоящее время установлены значительный генетический полиморфизм для ячменя по локусам запасного белка – гордеина (Hgd), а также различия частот встречаемости аллелей гордеина у популяций и сортов в зависимости от географического происхождения [1–3]. Расширились возможности оценить адаптивную и селекционную важность аллелей гордеина и их целенаправленного использования в качестве генетических маркеров для ускорения селекционного процесса и повышения результативности отбора генотипов, наиболее приспособленных к определенным агроэкологическим зонам [4, 5].

Цель работы – сравнительный анализ во времени аллельного состава гордеинов сортов ярового ячменя, возделываемых в Красноярском крае, сортообразцов селекционных питомников КНИИСХ и сортов инорайонной селекции, выделенных в качестве источников ценных признаков в агроэкологических условиях края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала для исследования служили 33 сорта ярового ячменя, допущенных к использованию (районированных) на территории Красноярского края (начиная с 1940 г.), 40 местных сибирских форм ярового ячменя, не менее 500 образцов селекционных питомников Красноярского НИИСХ, а также 400 сортообразцов инорайонной селекции, выделенных по комплексу хозяйственных признаков в агроэкологических условиях края.

Полевая оценка образцов коллекции ВНИИР выполнена в КНИИСХ в лесостепной зоне Красноярского края. Почва участка чернозем обыкновенный маломощный с содержанием гумуса (по Тюрину) 6.00%, N-NO₃ 31.3 мг/кг почвы, P₂O₅ (по Мачигину) 5.0 мг/100 г почвы, K₂O (по Мачигину) 21.9 мг/100 г почвы, pH 6.2. Предшественник чистый пар.

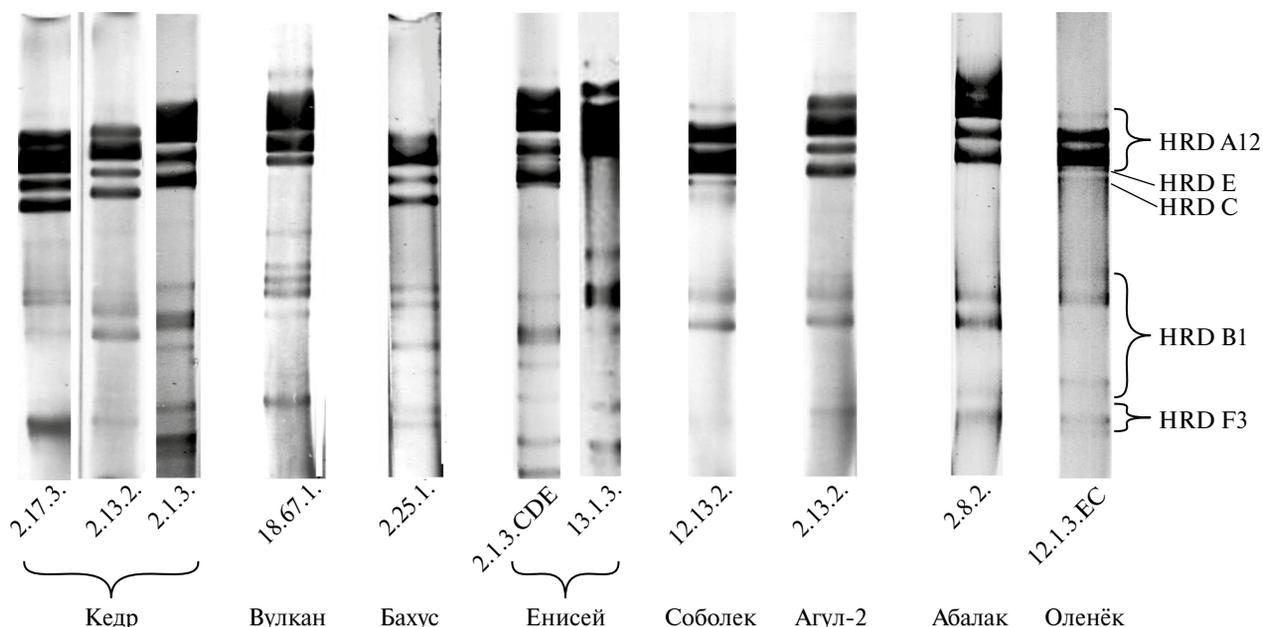


Рис.1. Электрофоретические спектры гордеинов ряда сортов селекции Красноярского НИИСХ.

Таблица 1. Формулы гордеинов сортов ячменя районированных и допущенных к использованию в Красноярском крае

№ п/п	Название сорта	Учреждение-оригинатор	Год районирования	Гордеины А.В.Ф.
1	Червонец	Тулунская ГСС	1940	2.39.2.
2	Винер 11.63	Фаленская ГСС	1941	12.19.1.+2.19.1.
3	Красноярский -1	КНИИСХ	1967	12.19.1.+2.39.2.
4	Айхал	Якутский НИИСХ	1974	12.8.2.+2.8.2.
5	Рассвет	КНИИСХ	1977	12.13.2.
6	Агул	КНИИСХ	1978	2.13.2.+2.39.2.
7	Баджей	КНИИСХ	1980 ГСИ	12.13.2.
8	Енисей	КНИИСХ	1981	13.1.3.+2.1.3.CDE
9	Красноярский-80	КНИИСХ	1986	2.17.3.
10	Новосибирский-80	СибНИИРС	1986	2.8.2.+24.8.2.
11	Агул-2	КИИСХ	1988	2.13.2.
12	Кедр	КНИИСХ	1988	2.17.3.+2.1.3.+2.13.2.
13	Лазурит	КНИИСХ	1989 ГСИ	2.17.3.
14	Маяк	КНИИСХ	1989 ГСИ	18.н.н.
15	ТАН1	Донской НИИСХ	1990	23.29.3.
16	Одесский 115	ВСГИ	1990	12.13.2.
17	Соболек	КНИИСХ	1996	12.13.2.
18	Ача	СибНИИРС	1997	12.1.3.
19	Андрей	НИИСХ Северо-Востока	1999	2.95.1.
20	Вулкан	КНИИСХ	2002	18.67.1.
21	Бахус	КНИИСХ	2003	2.25.1.
22	Оскар	КНИИСХ	2007	12.1.3.C
23	Биом	СибНИИРС	2008	24.8.2.CD
24	Буян	КНИИСХ	2012	2.17.3.
25	Абалак	КНИИСХ	2013	2.8.2.
26	Омский голозерный 1	СибНИИСХ	2013	18.35.1.+2.1.3.+2.17.3.
27	Омский голозерный 2	СибНИИСХ	2013	18.35.1.

№ п/п	Название сорта	Учреждение-оригинатор	Год районирования	Гордеины А.В.Ф.
28	Оленек	КНИИСХ	2014	12.1.3.ЕС
29	Танай	СибНИИРС	2014	12.1.3.
30	Красноярский 91	КНИИСХ	2017	12.1.3.
31	Емеля	КНИИСХ	2018	2.81.3.
32	Уватский	КНИИСХ, ГАУ Северного Зауралья	2018 ГСИ	12.8.2.
33	Такмак	КНИИСХ	2019	12.1.3.

Примечание. н.н. – неизвестные аллели.

Электрофорез гордеинов проводили в 13%-ном крахмальном геле в присутствии 3 М мочевины [6, 7]. Электрофоретические спектры записывали в виде генетических формул (HRD А.В.Ф.) согласно каталогу блоков компонентов гордеинов [5, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования полиморфизма гордеинов районированных в Красноярском крае сортов ярового ячменя, включая паспортизацию сортов селекции КНИИСХ (проводилась с 1988 г. [8, 9], рис. 1), выявили наиболее часто встречаемые (характерные) аллели для обширной территории края, а также динамику изменчивости аллельного состава гордеинов сортов на протяжении периода районирования с 1940 г. до настоящего времени.

В табл. 1 представлены районированные и допущенные к использованию в Красноярском крае сорта ярового ячменя (начиная с 1940 г.), где прослеживаются уровни межсортового (20 разных гордеиновых формул для 33 сортов) и внутрисортового полиморфизма.

Рассматривая полиморфизм этих сортов во времени, можно отметить устойчивую встречаемость аллелей *A2*, *A12*, *B1*, *B8*, *B17*, но также утрату аллеля *B13* в формулах районированных сортов, начиная с 2000 г. При этом в предыдущих исследованиях и публикациях [8–10] выделено, что именно аллель *B13* являлся самым распространенным среди сортов красноярской селекции (входит в биотипный состав сортов Рассвет, Агул, Агул-2, Баджей, Кедр, Соболек) и районированных в крае. В работах [11, 12] авторы отмечают, что гладкоостые красноярские сорта шестирядного ячменя, ранее возделывавшиеся на территории Красноярского края, Агул (2.13.2. и 2.39.2.), Агул-2 (2.13.2.) и Соболек (12.13.2.) с аллелем *B13* локуса *Hrd B*

занимали в разные годы лидирующее положение в регионе, что подчеркивает адаптивную роль формул гордеинов 12.13.2. и 2.13.2., а особенно аллеля *B13* к условиям Красноярского края. Начиная с 2002 г. изменилось не только соотношение частот аллелей в группе районированных в крае сортов, но и отмечается появление редких аллелей *B81* и *B67* в формулах гордеина сортов красноярской селекции. На рис. 2 представлена диаграмма генетического разнообразия районированных в крае сортов (из табл.1) по локусу *Hrd B*, разделенных на две группы по периодам селекции: первая группа – до 2000 г., вторая группа – от 2001 г. и отдельно выделена группа сортов селекции КНИИСХ. Частота встречаемости гордеина В рассчитана по количеству генотипов с конкретным аллелем.

Известно, что успех в селекционной работе определяется в значительной мере ценностью исходного материала. В Красноярском НИИСХ в процессе многолетнего изучения коллекционного материала ВНИИР им. Н.И. Вавилова в жестких условиях Восточной Сибири выделены ценные источники по важнейшим селекционным признакам [13–15].

За период с 1989 по 2007 г. методом электрофореза были исследованы 225 сортообразцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения (в том числе 40 местных стародавних образцов), привлекаемых в разные годы в качестве родительских форм в селекционные программы института [10, 15]. Сравнительный анализ выборок сортообразцов за период по 2007 г. показал, что, несмотря на широкое вовлечение в гибридизацию (Красноярский НИИСХ) исходных форм с аллелями *A1*, *A23*, *B3*, *B21*, *B29*, в сортах и перспективных селекционных образцах института эти аллели отсутствовали. С другой стороны, отмечен преобладающий вклад родительских форм с аллелями *A2*, *A12*, *B1*, *B8*,

B13, B17 в сорта института и в целом в сибирские селекционные сорта [10].

Сравнение выборок сибирских стародавних и сибирских селекционных сортообразцов выявило высокую частоту встречаемости аллелей *A2, B1, B8, B13, B17, B39* во всех сибирских сортообразцах. Но обнаружено, что аллель *A44* (частота встречаемости среди стародавних форм равна 26%) полностью утрачен и не встречается в современных сортах (табл. 2). Указанный аллель был впервые определен у образца Лыковский (44.1.3.+2.13.2.), возделываемого семьей Лыковых, живших в изоляции в горах юга Красноярского края более 70 лет. Образец был подробно исследован в Красноярском НИИСХ, позже этот аллельный вариант был зарегистрирован А.А. Поморцевым в Институте общей генетики (ИОГен АН СССР) под номером *A44*.

По предварительной полевой оценке коллекционного материала ячменя (238 образцов) за период 2014–2017 гг. были определены генетические формулы выделенных селекционерами 10 образцов с положительным сочетанием комплекса ценных селекционных признаков – Тарский-3_{Омск} (12.1.3.+12.13.2.), Казьминский_{Хабаровск} (12.1.3.2.), AC Albright_{Канада} (12.1.3.2.), AC Stacey_{Канада} (12.1.3.2.), Jackson_{Канада} (2.1.3.2.), VVP-2D-1_{Канада} (2.1.3.2.), Багрец_{Свердловск} (2.8.2.), Калита_{Свердловск} (2.8.2.), Степан_{Челябинск} (2.8.2.), Талан_{Новосибирск} (2.8.2.) [11]. В этой группе сортообразцов лидирующая позиция по частоте встречаемости принадлежит аллелю *B13* (50%),

четыре образца имеют генетическую формулу 2.8.2. (распространенная формула в культуре ярового ячменя, в том числе характерна для новосибирских сортов) и один генотип с формулой 12.1.3.

Последующее изучение образцов (2016–2021 гг.) коллекции ВНИИР по комплексу селекционных показателей позволило выделить 45 перспективных образцов для Восточной Сибири, которые могут быть использованы в качестве источников ценных признаков [16]. Определение генетических формул по гординам этих сортов сопровождалось изучением следующих селекционных показателей: урожайность, низкое варьирование урожайности (*Cv, %*), экологическая стабильность (*St²*), стрессоустойчивость, стабильность генотипа (*Sg_i*), высокая экологическая пластичность (*b_i > 1.0*), селекционная ценность генотипов по массе зерна с м², коэффициент адаптации (*KA > 1.0*) [16]. В этой группе выделенных перспективных образцов у четырех сортов отмечены лучшие (многолетние) показатели по пяти (и более) селекционным признакам: AC Albright_{Канада} (12.1.3.2.), Cirstin_{Германия} (2.1.3.+2.17.3.), Тарский-3_{Омск} (12.1.3.+12.13.2.), Абалак_{Красноярск–Тюмень} (2.8.2.) [16].

В табл. 2 представлен сравнительный анализ аллельного состава гордеинов в рассмотренных выборках ярового ячменя (экологический питомник, коллекция ВНИИР им. Н.И. Вавилова, районированные сорта) по периодам изучения в Красноярском НИИСХ.

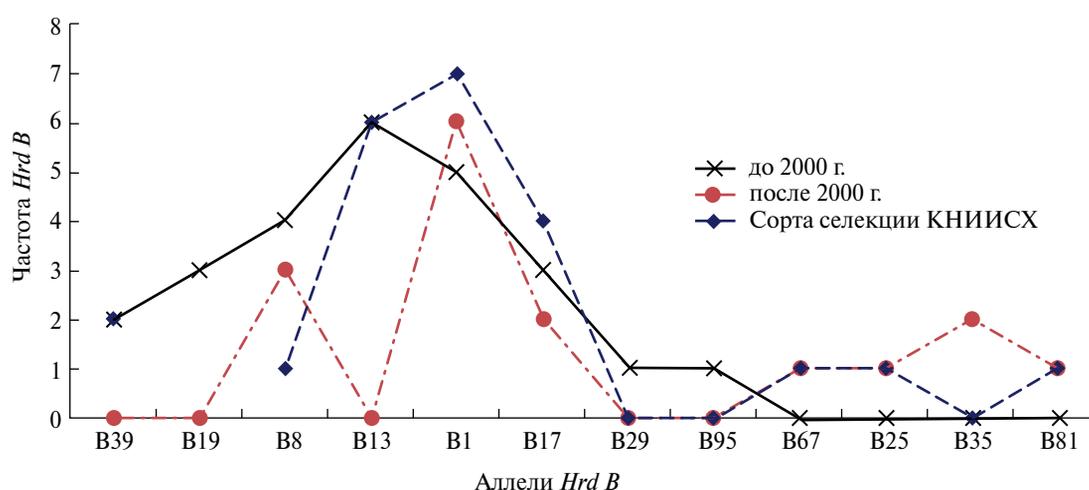


Рис. 2. Распределение частот встречаемости аллелей локуса *Hrd B* в группах сортов, районированных и допущенных к использованию в Красноярском крае.

Таблица 2. Частота встречаемости (%) выделившихся в Сибири аллелей локусов *Hrd A* и *Hrd B* у сортообразцов ярового ячменя

Аллели <i>Hrd A</i> и <i>Hrd B</i>	Районированные и допущенные к использованию сорта ячменя в Красноярском крае			Экологический питомник, коллекция ВНИИР им. Н.И. Вавилова		
	год районирования – до 2000 г.	год районирования – после 2000 г.	сорта селекции КНИИСХ (1967–2020 гг.)	местные формы	сорта сибирской селекции (годы изучения – до 2007 г.)	выделившиеся в крае сорта инорайонной селекции (годы изучения 2016–2021)
<i>A2</i>	60.0	37.5	56.5	54.0	57.1	49.0
<i>A3</i>	0	0	0	3.2	1.4	0
<i>A4</i>	0	0	0	1.6	1.4	0
<i>A12</i>	32.0	35.2	34.7	1.6	21.4	26.4
<i>A13</i>	4.0	0.0	4.3	0	1.4	1.9
<i>A18</i>	4.0	18.8	8.6	3.2	4.2	0
<i>A21</i>	0.0	0	4.3	0	1.4	3.8
<i>A23</i>	4.0	0	0	0	0	13.2
<i>A24</i>	0	6.2	0	9.8	9.2	1.9
<i>A28</i>	0	0	0	0	0	3.8
<i>A44</i>	0	0	0	26.0	0	0
<i>A46</i>	0	0	0	1.6	0	0
<i>A49</i>	0	0	0	1.6	0	0.0
<i>B1</i>	20.0	37.5	30.3	32.7	24.0	24.5
<i>B3</i>	0	0	0	6.5	8.6	0.0
<i>B8</i>	16.0	18.8	4.2	9.8	24.3	26.4
<i>B13</i>	24.0	0	26.1	1.6	14.2	9.4
<i>B17</i>	12.0	12.5	17.9	3.2	14.2	13.2
<i>B19</i>	12.0	0	0	8.2	9.5	1.9
<i>B21</i>	0	0	0	1.6	0	5.8
<i>B25</i>	0.0	6.3	4.3	0	2.7	3.8
<i>B29</i>	4.0	0	0	0	0	11.3
<i>B35</i>	0.0	12.5	0	0	1.5	0
<i>B37</i>	0	0	0	0	0	1.9
<i>B39</i>	8.0	0	8.7	8.2	5.7	0
<i>B64</i>	0	0	0	0	0	1.9
<i>B67</i>	0	6.3	4.3	1.6	1.5	0
<i>B81</i>	0	6.3	4.3	0	0	0
<i>B84</i>	0	0	0	0	3.0	0
<i>B95</i>	4.0	0	0	0		0
Всего образцов	19	14	20	40	42	45
Всего генотипов	25	16	23	61	73	53

Более 30 лет проводились электрофоретические исследования селекционных образцов из контрольного питомника и конкурсного сортоиспытания Красноярского НИИСХ,

которые включали наиболее перспективные образцы, а также браковки [10, 16]. Обнаружена значительная неравномерность частот встречаемости аллелей гордеинов в выборках

Таблица 3. Распределение формул гордеинов (HRD A.V.F.) образцов ячменя, имеющих высокий уровень проявления хозяйственно ценных признаков в условиях Красноярского края

Экстрактивность	Белок	Устойчивость					Адаптивность
		к полеганию	к пыльной головне // твердой головне	к поражению темнубурой пятнистостью	к засолению почв	к закислению почв ионами водорода	
2.17.3.	2.8.2.; 12.13.2.; 12.1.3.; 2.1.3.	12.21.1.; 12.1.3.; 2.25.1.	2.1.3.; 23.29.3.; 2.17.3. // 10.37.1.; 2.84.3.	2.8.2.; 2.17.3.	2.1.3.; 2.25.2.; 2.8.2.; 2.95.1.	2.1.3.; 2.25.1.; 2.8.2.; 2.17.3.; 2.95.1.	12.13.2.; 2.8.2.; 2.25.1.; 2.17.3.

перспективных и браковочных форм. Наибольшей браковке на протяжении многих лет наблюдений подвергались аллели *A3*, *A10*, *A49*, *A19*, *A23* и все образцы с аллелем *B29* (сочетание *A23B29*). Обнаружено, что выбракованные образцы отличаются большей гетерогенностью (70%) по сравнению с перспективными формами.

Анализ электрофоретических спектров сортообразцов селекционных питомников позволил выделить формулы гордеинов, характерные для образцов, созданных по определенным направлениям селекции. В табл. 3 представлены многолетние итоговые данные распределения часто встречающихся биотипов гордеинов у селекционного материала, созданного по разным направлениям селекции.

Генетическая формула 2.25.1. с редким для Сибири аллелем *B25* впервые была определена при изучении аллельного состава гордеинов 148 адаптивных линий ячменя из контрольного питомника и конкурсного сортоиспытания КНИИСХ. Указанные линии получены в результате реализации селекционной программы под руководством Н.А. Сурина, направленной на повышение адаптивности сортов ячменя. Используя конвергентные скрещивания с привлечением таких сортов как Винер (материнская форма), Донецкий 650, Целинный 5, Омский 13709, Красноуфимский 95, были выделены перспективные линии, положительно сочетающие в себе устойчивость к неблагоприятным факторам и урожайность [10, 13, 15]. Лучшие из них послужили основой для сортов Арат и Бахус, внесенных в Госреестр РФ по 11-му региону. К сожалению, районированы они были в регионе непродолжительный период и занимали небольшие площади, как и большинство других сортов с редкими для Приенисейской Сибири аллелями – *A18* (Маяк), *B25* (Бахус), *B95* (Андрей).

Таким образом, отбор аллелей носит не случайный, а закономерный характер, что свидетельствует об экологической значимости белковых маркеров и важности учета вариантов спектров гордеинов при определении как общей перспективности создаваемого материала, так и по отдельным направлениям селекции.

В результате изучения аллельного состава гордеинов сортообразцов ярового ячменя коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова (вовлеченных в селекционную работу в крае), экологического и селекционных питомников КНИИСХ, районированных и допущенных к использованию сортов в Красноярском крае отмечена изменчивость состава гордеинов сортовых популяций ячменя в пространстве (разные регионы Сибири) и во времени (стародавние и современные разных лет селекции и районирования), связанная с условиями возделывания и искусственным отбором в определенных географических условиях.

Определены наиболее характерные аллели гордеина для условий Приенисейской Сибири – *A2*, *A12*, *B1*, *B8*, *B13*, *B17*, *B37*. Отмечено, что у районированных и допущенных к использованию сортов в крае после 2000 г. ранее часто встречаемый аллель *B13* не обнаружен. Однако сортообразцы инорайонной селекции, отобранные селекционерами для использования в качестве ценных генетических источников, преимущественно имеют гордеиновые формулы с аллелем *B13*. У сортов КНИИСХ более поздней селекции (после 2000 г.) зафиксированы редкие для сибирского региона аллели гордеинов *B25*, *B67*, *B81*. При этом отмечено, что районированные в крае сорта с часто встречаемыми “красноярскими” аллелями (*A2*, *A12*, *B1*, *B13*, *B17*, *B39*) характерны для сортов-долгожителей ячменя в Сибирском регионе (Червонец, Кедр, Красноярский-80, Соболек).

Анализ образцов селекционных питомников КНИИСХ выявил преимущественную браковку генотипов с аллелями *A3*, *A10*, *A49*, *A19*, *A23* и *B29* (сочетание *A23B29*). Отмеченная сопряженность ряда аллельных вариантов с хозяйственно ценными признаками может помочь при отборе селекционного материала на соответствующие признаки.

Настоящая работа выполнена при поддержке СО РАСХН по направлению Программы 04 “Разработать адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Сибири на основе мобилизации генетических ресурсов растений, создания новых сортов и гибридов, конструирования высокопродуктивных агроэкосистем и агроландшафтов с целью обеспечения устойчивого роста величины и качества урожая, ресурсоэнергоэкономичности, природоохранности, экологической надежности и рентабельности”.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием в качестве объекта животных.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием в качестве объекта людей.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Авторы выражают глубокую признательность докт. с-х. наук Н.В. Зобовой за административную поддержку генетических исследований в Красноярском НИИСХ. Авторы благодарны за многолетнее сотрудничество, а также за методическую помощь и обсуждение ряда результатов исследований ведущему сотруднику ИОГен РАН (г. Москва) докт. биол. наук А.А. Поморцеву.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений (экологические основы). Кишинев: Штиинца, 1988. 766 с.
2. *Конарев В.Г.* Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос, 1983. 320 с.
3. *Созинов А.А.* Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука, 1985. 270 с.
4. *Конарев А.В., Конарев В.Г., Губарева Н.К., Пенева Т.И.* Белки семян как маркеры в решении проблем генетических ресурсов растений, селекции и чеченоводства // Цитология и генетика. 2000. Т. 34. № 2. С. 91–103.
5. *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.
6. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. М.: ФНГУ Росинформагротех, 2004. 96 с.
7. *Поморцев А.А., Лялина Е.В.* Идентификация и оценка сортовой чистоты семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна. М.: Изд-во МСХА, 2003. 85 с.
8. *Борисов Ю.М., Шевцова Л.Н., Зобова Н.В., Сурин Н.А.* Характеристика компонентного состава гордеинов сортов ярового ячменя в Восточно-Сибирском регионе // Докл. ВАСХНИ, 1989. № 12. С. 2–4.
9. *Борисов Ю.М., Сурин Н.А., Шевцова Л.Н., Зобова Н.В.* Исследование гордеинов сибирских сортов ячменя стародавней и современной селекции // Докл. Росс. акад. с.-х. наук. 1998. № 2. С. 3–4.
10. *Шевцова Л.Н., Зобова Н.В.* Агроэкологическая детерминация ярового ячменя Восточной Сибири по гордеин-кодирующим локусам / Под. ред. Н.А. Сурина. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2008. 146 с.
11. *Зобова Н.В., Сурин Н.А., Герасимов С.А.* и др. Спектры проламинов в агроэкологической оценке коллекционного материала ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 45–47.
12. *Зобова Н.В., Онуфриенок Т.В., Чуслин А.А.* Особенности полиморфизма проламинов сортов ячменя, возделываемых в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 7–10.
13. *Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е.* и др. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 6. С. 36–40.
14. *Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А.* и др. Оценка коллекционных образцов ярового ячменя в селекции на продуктивность и качество зерна в условиях Восточной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 41–44.
15. *Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г.* Экологическая селекция ячменя в Средней Сибири. Красноярск: ФИЦ КНЦ СО РАН, 2023. 333 с.
16. Оценка аллельного состава исходного и селекционного материала пшеницы и ячменя на основе метода электрофореза: методические рекомендации Красноярский НИИСХ. Красноярск: ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2021. 40 с.

VARIABILITY OF GENETIC DIVERSITY OF SPRING BARLEY BY HORDEINCODING LOCUS OVER A 40-YEAR PERIOD OF SCIENTIFIC BREEDING IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

N. A. Surin¹, L. N. Shevtsova^{2, *}, N. S. Kozulina¹, Yu. M. Borisov³

¹*Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture, Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

²*Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, 660049, Russia*

³*Severtsov Institute of Problems of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119071 Russia*

**e-mail: shevtsovaln48@rambler.ru*

The article discusses and summarizes the results of studies of polymorphism of hordeins (HRD) of spring barley by electrophoresis at the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture (KNIISH) for the period from 1988 to 2021. The analysis of the dynamics of the genetic diversity of barley varieties from the ecological and breeding nurseries of the KNIISKh, released and approved for use in the Krasnoyarsk Territory, showed a significant narrowing of the frequency of occurrence and the loss of a number of alleles characteristic of the conditions of the Yenisei Siberia, and the appearance of rare variants for the Siberian region. Based on long-term observations of the composition of hordeins of breeding samples (promising and rejection) created in different areas of breeding, a number of alleles were found to be associated with economically valuable traits.

Keywords: barley, breeding, identification, electrophoretic spectra, barley storage proteins, hordeins, hordein alleles, diversity, frequency of occurrence.