

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1052  
УДК 633.16.321.631.526.32:631.529

EDN: NGJWGO



Научная статья

## ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*П.Н. Николаев, О.А. Юсова, М.С. Чекусов*

### *Аннотация*

**Обоснование.** Омский аграрный научный центр – комплексное научное учреждение, выполняющее исследования по перспективным направлениям в области сельскохозяйственного производства. При создания сортов с заданными параметрами для селекционера важен правильный подбор родительских форм, в связи с чем в каждой селекционной лаборатории поддерживается коллекция образцов – как местной, так и инорайонной и зарубежной селекции.

**Цель:** оценка значимости образцов коллекционного питомника для создания сортов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в Омском аграрном научном центре.

**Материалы и методы.** Объектом исследований являлись сорта ячменя коллекции ВИР, различных центров селекции. Генетические паспорта по аллелям гордеинкодирующих локусов у сортов ячменя представлены на официальном сайте ФГБУН “Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова” Российской академии наук.

**Результаты.** Сорта ячменя коллекционного питомника, в основном, представлены мономорфными сортам; гетерогенными являются стандартный сорт Омский 95 (Hrd A281 B1+8 F1+2) и Талер (Hrd A18 B21+67 F1+2). Различия сортов по биотипам не нашло отражения в различии их урожайности и качества зерна. Сорта коллекционного питомника, в основном, характеризовались пониженной продуктивностью и качеством зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

**Заключение.** По комплексу признаков продуктивности и качества зерна выделены сорта, которые рекомендуются для дальнейших исследований: Алей, Хаджибей, Талер, Оленёк, Абалак, Емея, Изабелла. Сорта коллекционного питомника Одесский 100 и Донецкий 8 являются родительскими для

получивших широкое распространение сортов селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» - Омский 91, Омский голозерный 2 и Саша. Выявлена родственность данных сортов по спектрам глиадинов.

**Ключевые слова:** ячмень; *Hordeum vulgare* L.; сорт; биотип; спектр глиадина; качество зерна; урожайность

**Для цитирования.** Николаев П.Н., Юсова О.А., Чекусов М.С. Оценка генетического разнообразия исходного материала ярового ячменя для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №6. С. 339-360. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1052

Original article

## ASSESSMENT OF THE GENETIC DIVERSITY OF SPRING BARLEY SOURCE MATERIAL FOR BREEDING IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

*P.N. Nikolaev, O.A. Yusova, M.S. Chekusov*

### *Abstract*

**Background.** Omsk Agrarian Scientific Center is a comprehensive scientific institution that carries out research in promising areas in the field of agricultural production. When creating varieties with the given parameters, it is important for the breeder to choose the right parental forms, in connection with which each breeding laboratory maintains a collection of samples - both local and foreign and foreign selection.

**Purpose:** to assess the significance of samples of the collection nursery for the creation of barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) in the Omsk Agrarian Scientific Center.

**Materials and methods.** The object of research was the barley varieties of the VIR collection, various breeding centers. Genetic passports for the alleles of hordeinencoding loci in barley varieties are presented on the official website of the Russian Academy of Sciences Vavilov Institute of General Genetics.

**Results.** The barley varieties of the collection nursery are mainly represented by monomorphic varieties; the standard variety Omskiy 95 (Hrd A281 B1+8 F1+2) and Taler (Hrd A18 B21+67 F1+2) are heterogeneous. The difference of varieties by

biotypes was not reflected in the difference in their productivity and grain quality. The varieties of the collection nursery were mainly characterized by reduced productivity and grain quality in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia.

**Conclusion.** According to the complex of characteristics of productivity and quality of grain, varieties were selected that are recommended for further research: Aley, Khadzhibey, Taler, Olenyok, Abalak, Emelya, Isabella. The cultivars of the collection nursery Odessa 100 and Donetsk 8 are the parent varieties of the Omsk Agrarian Scientific Center cultivars, Omsk 91, Omskiy golozerniy 2 and Sasha, which have become widespread. The relatedness of these cultivars in terms of gliadin spectra was revealed.

**Keywords:** barley; *Hordeum vulgare* L.; variety; biotype; gliadin spectrum; grain quality; productivity

**For citation.** Nikolaev P.N., Yusova O.A., Chekusov M.S. Assessment of the Genetic Diversity of Spring Barley Source Material for Breeding in the Southern Forest-Steppe Conditions of Western Siberia. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 6, pp. 339-360. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1052

## Введение

Селекция – это динамичная наука, которая постоянно развивается и совершенствуется. Основным, и наиболее востребованным ее направлением, является создание новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур с целью обеспечения продовольственной безопасности страны.

Климатические факторы, и их ускоряющееся изменение, накладывает отпечаток на развитие и функционирование многих социально-значимых сфер человека. Агронмия, играя роль отрасли, обеспечивающей питание, также уязвима перед данными изменениями. Снизить негативное влияние почвенно-климатических изменений может возделывание сортов, характеризующихся экологической стабильностью [2; 10; 12].

К актуальным требованиям, предъявляемым к адаптивным сортам, относятся устойчивость как к засушливым условиям [6], так и излишне увлажненным, в сочетании с неблагоприятным для земледелия типом почв [2], [8; 13]. В идеале, возделываемые сорта должны формировать стабильно высокую урожайность, несмотря на перечисленные выше негативные факторы [15].

Еще одним немаловажным направлением, помимо создания высокопродуктивных и высококачественных сортов, является селекция на устойчивость к заболеваниям [8]. Возделывание в АПК региона и страны

сортов, не поражаемых болезнями, позволяет минимизировать количество химических обработок посевов, что соответствует принципам экологического земледелия и снижает себестоимость продукции.

Традиционно, основными возделываемыми культурами являются зерновые, которые находят применение и в продовольственной промышленности и в кормопроизводстве. Ярким представителем зернофуражных культур является ячмень, являясь относительно неприхотливой культурой. Наряду с нетребовательностью к возделыванию, ячмень характеризуется повышенной урожайностью и ценным качественным составом зерна (белки, углеводы,  $\beta$ -глиуканы, минералы, витамины, фенольные соединения) [8; 9; 16; 17; 18], что особо актуально для производства функционального питания [8].

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве широко распространены пленчатые сорта ячменя. Однако селекция голозерных сортов также развивается, яркими представителями данной группы являются такие сорта Омского АНЦ, как 'Омский голозерный 1', 'Омский голозерный 2' и 'Омский голозерный 4'. Голозерный ячмень зарекомендовал себя, как лидер среди зерновых культур по содержанию бета-глиуконов [5]. Кроме того, отсутствие на зерновке голозерных сортов цветочных пленок значительно сокращает затраты при использовании таких сортов в кормопроизводстве.

При создании сортов с заданными параметрами для селекционера важен правильный подбор родительских форм. Для этой цели в каждой селекционной лаборатории поддерживается коллекция образцов – как местной, так и инорайонной и зарубежной селекции [13; 19]. Создание сорта – весьма длительный процесс (цикл от гибридизации до передачи сорта на ГСИ может составлять 10-15 лет). Зачастую, для получения сорта, селекционер не ограничивается лишь одним этапом гибридизации – в эту схему могут многократно привлекаться все новые сорта, расширяя и дополняя таким образом его родословную.

Цель исследований: оценка значимости образцов коллекционного питомника для создания сортов ячменя (*Hordeum vulgare L.*) в Омском аграрном научном центре.

### **Материалы и методы исследования**

Представлены данные исследований (электрофореграммы, продуктивность и качество зерна) коллекционного питомника ячменя ФГБНУ «Омский АНЦ», полученные из коллекции ВИР:

Странник - оригинатор ФГУП Прикумская опытно-селекционная станция. Допущен к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах.

Талер – оригинатор РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». предоставлен в качестве коллекционного образца ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР).

Оленёк – оригинатор ФГБНУ ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН. Допущен к использованию в Восточно-Сибирском регионе.

Абалак - оригинаторы ФГБУН ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН, ФГБНУ ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН, Филиал ФГБУ Госсорткомиссия по Красноярскому краю, республике Хакасия и Республике Тыва, ООО ЕРМАК. Допущен к использованию в Волго-Вятском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах.

Алей – оригинатор ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. Допущен к использованию в Западно-Сибирском и Дальневосточном регионах.

Беатрис – оригинатор Nordsaat Saatzucht GmbH (Deutschland). Допущен к использованию в регионах: Центрально-черноземный, Средневолжский, Западно-Сибирский.

Емеля – оригинатор ФГБНУ ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН. Допущен к использованию в Восточно-Сибирский регионе.

Ратник – оригинатор ФГБНУ АНЦ Донской. Допущен к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах.

Хаджибей – Оригинатор ФГБНУ Белгородский ФАНЦ РАН. Допущен к использованию в Центрально-черноземном регионе.

Челябинский 99 - Оригинатор ФГБНУ Челябинский НИИСХ. Допущен к использованию в Уральском и Западно-Сибирском регионе.

Травеллер – оригинатор Secobra Recherches S.A.S (Франция). Допущен к использованию в Центрально-черноземном регионе.

Деспина – оригинатор Nordsaat Saatzucht GmbH (Германия). Допущен к использованию в Северо-Западном и Волго-Вятском регионах.

Ксанаду – оригинатор Saaten-Union GmbH (Германия). Допущен к использованию в Центрально-черноземный регионе.

Изабелла - предоставлен в качестве коллекционного образца Федеральным исследовательским центром Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР).

Княжич– оригинатор ОАО НПФ Белселект. Допущен к использованию в Центрально-черноземном регионе.

Определение биохимических показателей проводили с использованием современных и традиционных методов и технологий (Pleshkov, 1976).

Представлена сравнительная характеристика электрофореграмм сортов коллекционного питомника:

- Одесский 100: оригинаторы - ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ, ООО учебно-опытное хозяйство Донское ДОН ГАУ, ФГБНУ Пензенский НИИСХ, ФГБНУ Ульяновский НИИСХ, ООО научная производственная семенная компания Агросемтранс. Допущен к использованию в Центрально-черноземном, Северо-Кавказском и Средневолжском регионах.

- Донецкий 8: оригинаторы - ФГБНУ ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН, ГУНПП Колос-97, НИИСХ Юго-Востока, ООО Сорт-семена, ФГУП Советская Россия, СПК колхоз им. Ю.А. Гагарина. Допущен к использованию в Нижневолжском и Уральском регионах.

Данные сорта вошли в состав родословных следующих сортов селекции Омского АНЦ:

- Омский 91: 2004 г., Западно-Сибирский (10) регион;
- Омский голозерный 2: 2008 г., Западно-Сибирский (10) регион;
- Саша: 2012 г., Уральский (9) и Западно-Сибирский (10) регионы;

Генетические паспорта по аллелям гордеинкодирующих локусов у сортов ячменя представлены на официальном сайте ФГБНУ "Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова" Российской академии наук [1] и получены по методике данного института [7].

Таблица 1.

**Метеорологические условия в мае – сентябре 2019–2021 гг.**

Месяц	2019 год				2020 год				2021 год			
	температура воздуха, °С		сумма осадков, мм		температура воздуха, °С		сумма осадков, мм		температура воздуха, °С		сумма осадков, мм	
	значение	±*	значение	%**	значение	±*	значение	%**	значение	±*	значение	%**
Май	12,2	-0,3	37,8	108,0	17,4	4,9	22,3	63,7	17,4	4,9	13,3	42,9
Июнь	15,5	-2,5	85,3	167,3	16,2	-2,1	42,7	83,7	16,9	-1,1	44,7	81,3
Июль	20,4	0,8	28,9	43,8	21,2	1,6	13,3	20,2	20,6	1,2	32,8	50,5
Август	18,0	1,0	40,5	75,0	19,4	2,4	55,7	103,1	19,1	2,1	42,4	75,7
Сентябрь	10,8	0,4	48,2	165,8	11,4	1,0	40,1	137,9	9,5	-0,9	34,8	119,7
ГТК	1,10				0,69				0,58			

Примечание: \* - отношение к среднемноголетнему значению (±, °С);

\*\* - отношение к среднемноголетнему значению (%)

Анализ качественных показателей зерна проведен по Плешкову [11], математическая обработка данных проведена по пособию Б.А. Доспехова [3] в приложении Excel для ПК.

По климатическим условиям 2019 г. характеризовался как достаточ-но увлажненный (ГТК = 1,1); 2020 и 2021 гг. являются периодами сухого земледелия (ГТК = 0,69 и 0,58 соответственно), табл. 1.

Недобор температур отмечен в июне на протяжении всего периода исследований (-1,1...-2,5°C по отношению к среднеголетним дан-ным), а также в мае 2019 и сентябре 2021 (-0,3 и -0,9°C к норме соот-ветственно).

Существенный недостаток увлажнения отмечен в июле с 2019 по 2021 гг. (20,2...50,5% к среднеголетним), а также в мае и июне 2020 и 2021 гг. (42,9...83,7% к норме) и августе 2019 и 2021 гг. (75,0 и 75,7%).

### **Результаты исследований и обсуждение**

Для оценки создания высокоурожайных адаптивных сортов ячменя, в Омском аграрном научном центре создана коллекция, образцы которой широко применяются в селекционном процессе.

Идентификация сортов по запасным белкам методом электрофореза является широко распространенным и довольно продолжительное время практикуемым способом [4; 20], особенно для агроэкологической оценки [4; 14].

В настоящее время определены генетические формулы гордеинов боль-шинства сортов ячменя, допущенных к использованию на территории Рос-сии и перспективных для включения в реестр. В таблице 2 представлены генетические формулы сортов ячменя различных центров селекции, вклю-ченные в коллекционный питомник лаборатории селекции зернофураж-ных культур ФГБНУ «Омский АНЦ» и представленные на официальном сайте ФГБУН "Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова" Российской академии наук [1].

В изучаемом коллекционном питомнике 15 сортов из 17 являются ли-нейными по гордеин-кодирующим локусам или мономорфными по горде-инам сортами (Странник, Оленёк, Абалак, Алей, Беатрис, Емеля, Ратник, Хаджибей, Челябинский 99, Травеллер, Деспина, Ксанаду, Изабелла, Кня-жич). Такие сорта имеют только один тип электрофореграмм, рис. 1. Дан-ные сорта являются линейными по гордеин-кодирующим локусам или мономорфными по гордеинам сортами. Такие сорта имеют только один тип электрофореграмм.

Таблица 2.

**Генетические формулы гордеина и биотипы гетерозиготных сортов ячменя**

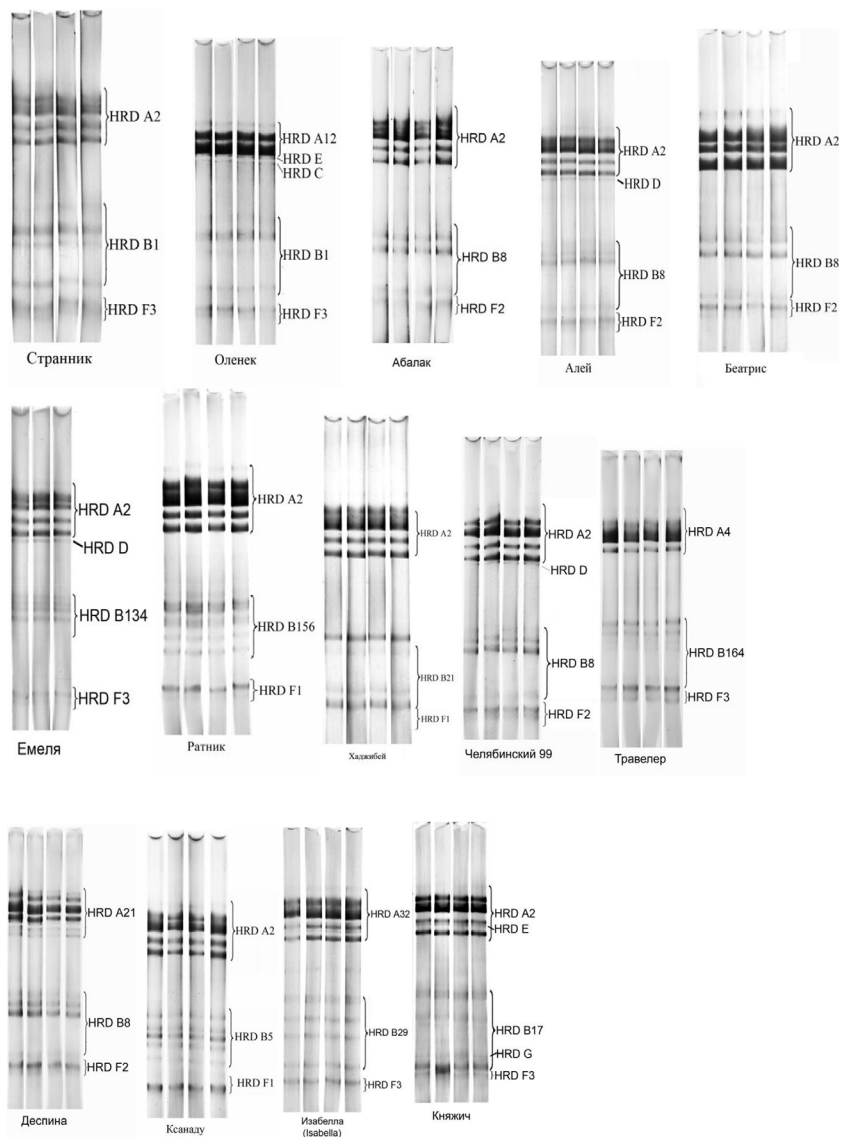
Сорт	Генетические формулы гордеина			Биотипы гетерозиготных	
	A	B	F		
Омский 95, St	28	1+8	1+2	Hrd A28 B1 F1	Hrd A28 B8 F2
Странник	2	1	3	-	-
Талер	18	21+67	1+2	Hrd A18 B21 F1	Hrd A88 B67 F2
Оленёк	12	1	3	-	-
Абалак	2	8	2	-	-
Алей	2	8	2	-	-
Беатрис	23	8	2	-	-
Емеля	2	134	3	-	-
Ратник	2	156	1	-	-
Хаджибей	2	21	1	-	-
Челябинский 99	2	8	2	-	-
Травеллер	4	164	3	-	-
Деспина	21	8	2	-	-
Ксанаду	2	5	1	-	-
Изабелла	32	29	3	-	-
Княжич	2	17	3	-	-

Сорта Омский 95 и Талер являются гетерогенными по гордеин-кодирующим локусам, рис. 3. В свою очередь, стандартный сорт Омский 95 характеризуется сложной структурой популяции гордеин-кодирующих локусов, включающей четыре биотипа, различающихся по блокам компонентов, контролируемым аллелями локусов - Hrd B (Hrd B1 и Hrd B8) и Hrd F (Hrd F1 и Hrd F2); Hrd A28 B1 F1 и Hrd A28 B8 F2. Общая формула гордеинов сорта 'Омский 95': Hrd A28 B1+8 F1+2.

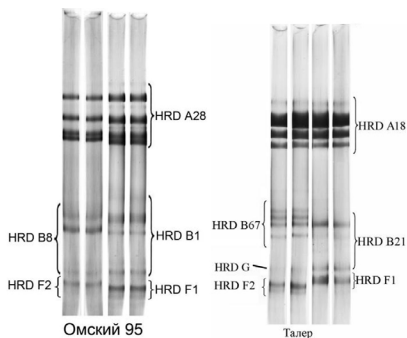
Аналогична, наблюдается наличие наличием четырех биотипов - Hrd B (Hrd B21 и Hrd B67) и Hrd F (Hrd F1 и Hrd F2); Hrd A18 B21 F1 и Hrd A88 B67 F2 у сорта 'Талер'. Общая формула гордеинов сорта 'Талер': Hrd A18 B21+67 F1+2.

В целях обеспечения продовольственной безопасности страны сорта, возделываемые на предприятиях агропромышленного комплекса страны должны характеризоваться рядом признаков. основополагающим признаком является адаптивность. Сорта, формирующие стабильно повышенную урожайность в условиях изменяющегося климата должны составлять основу производства. Также к требованиям, предъявляемым к современным сортам, относится повышенное качество зерна - что гарантирует получение высококачественной продукции с минимальными добавками химического происхождения и благоприятно сказывается на здоровье нации.





**Рис. 1.** Электрофоретические спектры мономорфных по гордеинам сортов. Спектры представлены на официальном сайте ФГБНУ "Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова" Российской академии наук



**Рис. 2.** Электрофоретические спектры гетерогенных по гордеинам сортов Омский 95 и Талер. Спектры представлены на официальном сайте ФГБНУ "Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова" Российской академии наук

В таблицах 3 и 4 представлена характеристика вышеописанных сортов, составляющих коллекционный питомник, по продуктивности и качеству зерна.

Содержание белка, в среднем, формировалось на уровне 12,2%. Ни один исследуемый сорт достоверно не превышал по данному показателю стандарт (12,9%). Характеризовались белковостью зерна на уровне стандарта (12,1...13,2%) сорта Талер, Оленёк, Абалак, Алей, Емеля, Ратник, Хаджибей, Челябинский 99 и Травеллер.

Среднегрупповое содержание крахмала отмечено на уровне 59,0%. Прибавкой по отношению к стандарту характеризовались сорта Странник, Ратник, Хаджибей, Челябинский 99, Травеллер, Деспина, Ксанаду, Изабелла и Княжич (+3,0...6,5%).

Содержание в зерне сырого жира, в среднем, составило 3,1%. Превышение по масличности зерна отмечено у сорта Изабелла (+0,9% к st.); на уровне стандарта (3,7%) сорт Княжич (3,9%).

Пленчатость зерна - в среднем по питомнику - 8,4%. Значительно ниже стандарта (8,3%) по данному показателю сорта Странник, Алей, Емеля и Ратник (-0,6...-1,2%).

Средняя масса 1000 зерен составила 50,1 г. Большинство исследуемых сортов (Странник, Талер, Оленёк, Абалак, Алей, Беатрис, Хаджибей, Челябинский 99, Травеллер, Деспина, Ксанаду, Изабелла и Княжич) характеризовались повышенной крупностью зерна (+4,3...16,4 г к st.).

Урожайность коллекционных образцов в условиях южной лесостепи Западной Сибири, в среднем, отмечена на уровне 4,8 т/га. Исследуемые сорта, несмотря на высокую массу 1000 зерен, характеризовались пони-

женной урожайностью. Достоверная прибавка отмечена у сортов Алей и Хаджибей (+0,6 и 0,9 т/га к st.); на уровне стандарта (6,4 т/га) сорта Оленёк, Абалак, Емеля и Ратник (6,3...6,7 т/га).

Таблица 3.

**Характеристика сортов коллекционного питомника по качеству зерна, в среднем за 2019-2021 гг.**

Сорт	Содержание белка, %		Содержание крахмала, %		Содержание сырого жира, %		Пленчатость зерна, %	
	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$
Омский 95, St	12,0...13,7	12,9	53,7...58,4	56,3	1,9...5,8	3,7	7,9...8,7	8,3
Странник	11,0...12,4	11,6	59,1...62,1	60,4	1,8...3,2	2,6	7,2...8,3	7,7
Талер	11,5...13,0	12,2	49,9...58,4	53,8	2,7...3,0	2,9	7,4...8,5	7,9
Оленёк	11,9...14,5	13,2	53,9...59,3	56,6	2,4...4,6	3,3	8,0...9,2	8,6
Абалак	11,4...13,3	12,5	53,9...59,8	57,1	0,7...3,2	2,1	7,6...9,8	8,6
Алей	11,7...12,3	12,1	55,9...58,4	57,3	0,6...2,9	1,9	6,7...7,9	7,3
Беатрис	10,1...12,5	11,2	56,5...58,5	57,8	1,5...3,2	2,4	7,7...8,8	8,3
Емеля	12,2...12,8	12,5	55,9...58,4	57,3	0,9...3,5	2,1	6,4...7,8	7,1
Ратник	11,7...14,2	12,9	59,1...65,0	62,1	3,7...4,5	4,1	7,3...7,9	7,6
Хаджибей	11,9...14,4	13,2	59,4...65,3	62,4	3,1...3,8	3,4	8,5...9,8	9,2
Челябинский 99	11,6...14,1	12,9	56,5...62,2	59,3	2,9...3,5	3,2	9,1...10,5	9,9
Травеллер	11,6...14,0	12,8	57,2...62,9	60,0	2,9...3,5	3,2	8,8...10,1	9,0
Деспина	10,0...12,1	11,1	59,8...65,8	62,8	2,5...3,0	2,8	8,3...9,6	9,0
Ксанаду	10,0...12,1	11,0	57,8...63,6	60,7	2,6...3,2	2,9	8,2...9,4	8,8
Изабелла	10,7...12,9	11,8	58,4...64,3	61,4	4,2...5,1	4,6	8,6...9,9	9,3
Княжич	10,9...13,1	12,0	59,1...65,0	62,1	3,5...4,3	3,9	8,7...10,0	9,4
Среднее	-	12,2	-	59,0	-	3,1	-	8,4
max	-	13,2	-	62,8	-	4,6	-	9,9
min	-	11,0	-	53,8	-	1,9	-	7,1
CV, %	-	5,9	-	4,5	-	24,3	-	9,5
НСР <sub>05</sub>	-	0,8	-	1,7	-	0,2	-	0,5

Таблица 4.

**Характеристика сортов коллекционного питомника по продуктивности, в среднем за 2019-2021 гг.**

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Урожайность, т/га	
	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$
Омский 95, St	41,9...45,1	43,6	5,3...7,2	6,4
Странник	57,0...63,0	60,0	4,2...6,0	4,9
Талер	45,6...50,4	48,0	3,5...6,4	4,7
Оленёк	49,5...54,7	52,1	5,5...7,3	6,3

Абалак	51,7...55,9	53,7	6,3...7,3	6,7
Алей	52,2...54,8	53,3	7,1...7,5	7,3
Беатрис	49,1...52,0	50,6	4,8...7,0	5,7
Емеля	40,8...44,4	42,5	6,1...6,8	6,4
Рагник	39,8...43,8	41,8	5,7...7,4	6,4
Хаджибей	57,0...62,7	59,9	5,7...8,3	7,0
Челябинский 99	45,6...50,2	47,9	1,6...1,8	1,7
Травеллер	49,5...54,4	52,0	1,7...1,9	1,7
Деспина	50,5...55,6	53,1	2,3...2,5	2,4
Ксанаду	49,6...54,5	52,1	2,3...2,6	2,5
Изабелла	46,6...51,3	49,0	3,7...4,1	3,9
Княжич	40,2...44,2	42,2	2,9...3,3	3,1
Среднее	-	50,1	-	4,8
max	-	60,0	-	7,3
min	-	41,8	-	1,7
CV, %	-	11,3	-	21,3
НСР <sub>05</sub> /	-	1,9	-	0,5

Результаты исследований сортов коллекционного питомника показали, что в условиях южной лесостепи Западной Сибири данные сорта характеризовались пониженными значениями данных показателей по отношению к стандартному сорту. Объяснением данного эффекта может служить климатические особенности Сибирского региона, который относится к зоне резко-континентального климата (зона рискованного земледелия). Особенности данной зоны являются следующие факторы:

- малоснежные зимы, что препятствует накоплению снежного покрова и, как следствие, незначительному накоплению влаги в почве в период посевных работ;

- возвратные заморозки и ранне-летние засухи, что создает значительные трудности, поскольку растения находятся в фазах всходы, кущение (в результате происходит изреживание посевов, что значительно снижает урожайность);

- резкая смена засушливых периодов осадками ливневого характера, сопровождающиеся шквальными ветрами - что создает условия для вымокания растений в середине вегетации и их полегания в фазах молочной и восковой спелости;

- туманные условия в утренние периоды, что создает условия для возникновения и распространение листостебельных заболеваний;

- осадки в период уборочных работ и раннее наступление зимних холодов.

Перечисленные климатические особенности безусловно, оказывают непосредственное влияние на урожайность и качество зерна. Сорты, внесенные в Госреестр РФ и рекомендованные для возделывания, являются адаптивными для особенностей данного регионе и обладают способностью нивелировать перечисленные неблагоприятные условия возделывания благодаря наличию таких индивидуальных характеристик, как увеличенная продолжительность определенных межфазных периодов и сокращение периода вегетации в целом; опушение органов растения; неосыпающееся зерно и др.

Неудивительно, что сорта иных центров селекции, несмотря на значительное количество положительных и ценных характеристик, с трудом могут произрастать в данных условиях. Поэтому обязательным условием для включения данных сортов в программу гибридизации является наличие в ней также сортов сибирского экотипа, которые обеспечат передачу полученному гибриднему материалу параметров адаптивности.

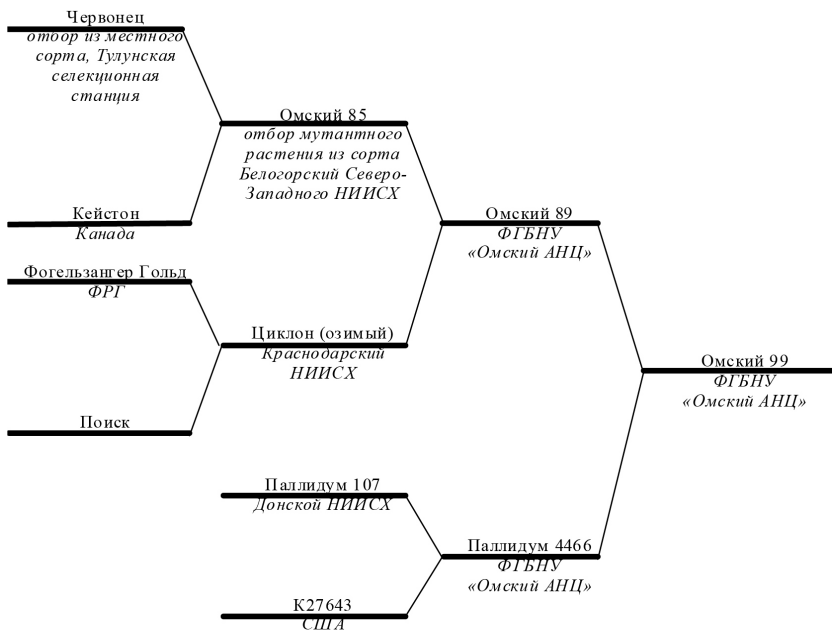
Однако, несмотря на перечисленные трудности, в селекционной программе Омского АНЦ широко применяются сорта как инорайонной, так и зарубежной селекции, которые вносят значительный вклад в создание новых перспективных сортов.

В следующей части статьи авторы предлагают результаты анализа по вкладу сортов коллекционного питомника в создание Омских высокопродуктивных сортов.

Как видно из данных рис. 3, для получения сорта Омский 99 применялась многоступенчатая схема гибридизации, в которую на разных этапах входили сорта зарубежной селекции: Кейстон (Канада), Фогельзангер Гольд (ФРГ), К27643 (США). Но на каждом этапе создания привлекались как отечественные сорта (Червонец, Циклон, Паллидум 107), так и сорта Омской селекции (Омский 85, Омский 89, Паллидум 4466). Гибридизация (Омский 89×Паллидум 4466) проведена в 1997 г., элитное растение выделено в 2000 г.; в Госреестр РФ сорт Омский 99 включен с 2015 г. Основное достоинство: высокая потенциальная продуктивность и качество зерна, которое обеспечивает сбалансированность кормов по питательности.

Аналогичную картину можно наблюдать также в родословной сорта Саша. Скрещивание (Медикум 4396×Медикум 4369) проведено в 1994 г., в 2001 г. выделено элитное растение; в Госреестр РФ сорт включен с 2012 г. Несмотря на то, что основными родительскими формами являются линии селекции Омский АНЦ, каждая линия получена при непосредственном участии сортов как зарубежной - Stm 48076, K 920 (Канада), K 900 (Фран-

ция), так и отечественной селекции (Одесский 9, Колхозный, Донецкий 8, К-2090, Голозерный). Наблюдается в родословной сорта Саша также сорт Омской селекции - Омский 86.



**Рис. 3.** Родословная сорта ячменя ярового многорядного ‘Омский 99’

Как видно из данных рисунка 5, Саша и родительский сорт Донецкий 8 являются мономорфными (формула гордеинов сорта Саша: Hrd A12 B8 F2; Донецкий 8: Hrd A28 B19 F3). Родительский сорт Омский 86 напротив, гетерогенен: Hrd A2+28 B19 F3. Анализ электрофореграмм позволяет говорить о слабом родстве между данными сортами (поскольку в родословной присутствует множество образцов), что требует дополнительных исследований.

Следующий сорт, который авторы хотели бы рассмотреть - новый перспективный Омский 100. Скрещивание (Медикум 4365×Медикум 4549) проведено в 1996 г., в 1999 г. выделено элитное растение; в Госреестр РФ включен с 2019 г. Основное достоинство: высокая потенциальная продуктивность и качество зерна. Основа сорта Омский 100 - стародавние сорта ФРГ и ГДР (Вайенштефанер, Донариарх Фирлбек, Унион и [(Хайпроли х Мед.134) × Нут.244], Ка-

нады (Паллиссер) и СССР (Нутанс 58, Славутич), а также стародавнего сорта селекции СибНИИСХ - Омский 13709. На основе перечисленного селекционного материала получен сорт Омский 80, который многократно был включен в дальнейший селекционный процесс и послужил источником адаптивности для новых линий. Значительный вклад в получение сорта Омский 100 внесли сорта Харьковский, Одесский 100 и Донецкий 9.

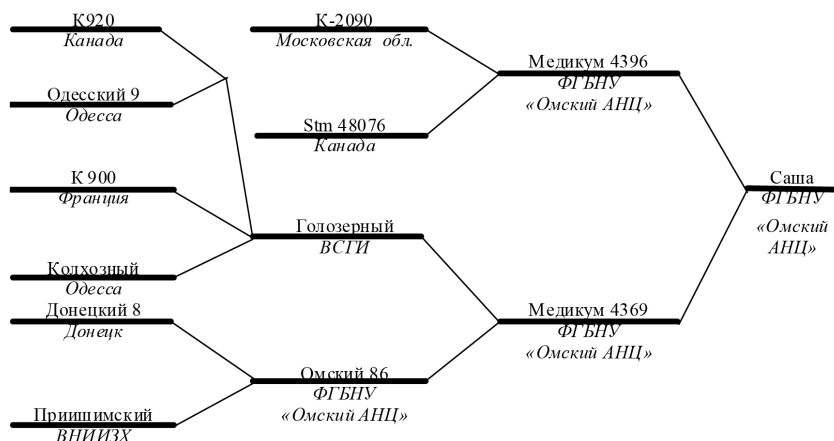


Рис. 4. Родословная сорта ячменя ярового ‘Саша’

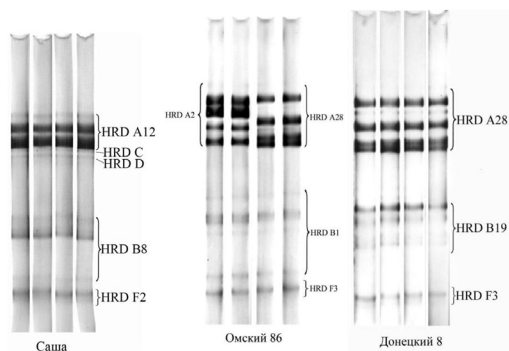


Рис. 5. Электрофоретические спектры сорта селекции ФГБНУ «Омский АНЦ». Спектры представлены на официальном сайте ФГБНУ «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» Российской академии наук

Сорта селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» Омский голозерный 2 и Омский 91 получены при участии сорта Одесский 100, рис. 6.

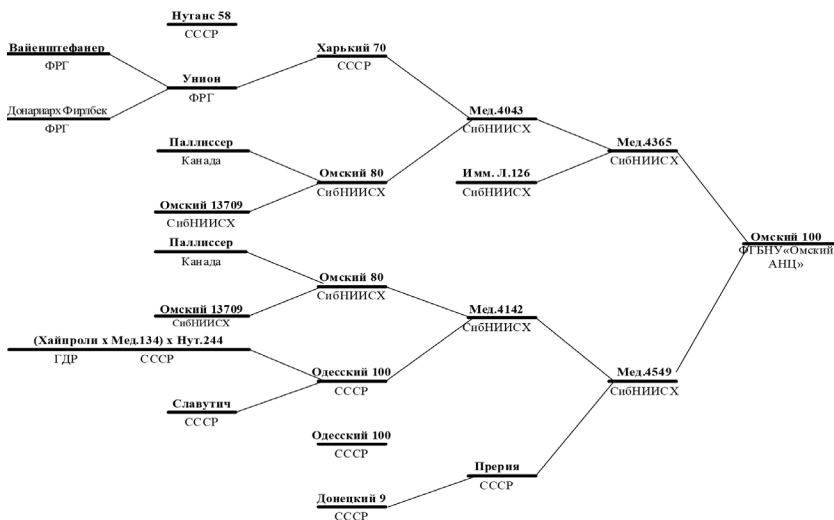


Рис. 6. Родословная сорта ячменя ярового Омский 100

Согласно приведенным на рисунке электрофоретическим спектрам, сорт Омский голозерный 2 является мономорфным (Hrd A2 B8 F2); идентичность с родительским сортом Одесский 100 наблюдается по локусам В и F.

Гетерогенными являются сорта Омский 91 (Hrd A2+12 B1+8 F2+3) и Одесский 100 (Hrd A2+12 B8 F2); идентичны данные сорта по локусу А.

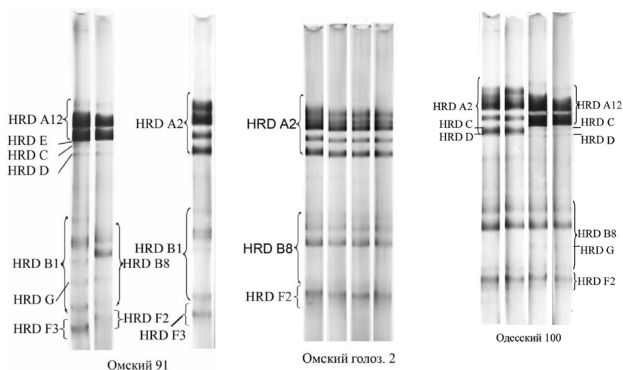


Рис. 6. Электрофоретические спектры сортов селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» Омский голозерный 2 и Омский 91 и родительского сорта Одесский 100. Спектры представлены на официальном сайте ФГБНУ «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» Российской академии наук



Таким образом, результаты проведенных исследований доказывают, что селекционный процесс – это постоянный конвейер многофакторного анализа селекционного и коллекционного материала. Созданные ранее сорта включаются в схемы гибридизации и становятся родительскими для последующих сортов. Большое значение в данном процессе играют сорта различных центров селекции – они являются источниками новых актуальных признаков для гибридного материала. Однако адаптивность к сложным климатическим условиям могут передать только сорта местной селекции.

### **Выводы**

1. Сорта ячменя коллекционного питомника, в основном, представлены мономорфными сортам. Гетерогенными являются стандартный сорт Омский 95 (Hrd A281 B1+8 F1+2) и Талер (Hrd A18 B21+67 F1+2).

2. Различие сортов по биотипам не нашло отражения в их различии по урожайности и качеству зерна.

3. Сорта коллекционного питомника, в среднем, характеризовались пониженной продуктивностью и качеством зерна. По комплексу признаков выделены сорта, которые рекомендуются для дальнейших исследований:

- Алей, Хаджибей – содержание белка на уровне стандарта (12,1 и 13,2% соответственно); повышенная масса 1000 зерен (+2,7 и 6,3 г к ст.); также сорт Алей характеризуется пониженной пленчатостью (-1,0% к ст.); Хаджибей – повышенным содержанием крахмала в зерне (+6,1% к ст.).

- Талер, Оленёк, Абалак - содержание белка на уровне стандарта (12,2...13,2%); повышенная масса 1000 зерен (+4,4...10,1% к ст.).

- Емеля, Ратник - содержание белка на уровне стандарта (12,5 и 12,9%); пониженная пленчатость зерна (-0,7 и -1,2 % к ст.).

- Изабелла – повышенное содержание в зерне крахмала и сырого жира (соответственно +5,1 и +0,9% к ст.).

4. Сорта коллекционного питомника Одесский 100 и Донецкий 8 являются родительскими для получивших широкое распространение сортов селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» - Омский 91, Омский голозерный 2 и Саша. Выявлена родственность данных сортов по спектрам глиадинов.

### **Список литературы**

1. Генетические паспорта по аллелям гордеинкодирующих локусов у сортов ячменя *Hordeum vulgare* L., используемых в Российской Федерации. <http://vigg.ru/database/rastenija/genetics-veg/test-lab/hordeum-vulgare/> (дата обращения: 30.04.2024).

2. Герасимов С.А. Сравнение образцов ячменя мировой коллекции ВИР в условиях Восточной Сибири // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 2(2). С. 15-18.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 350 с.
4. Зобова Н.В., Сурин Н.А., Герасимов С.А. Спектры проламинов в агроэкологической оценке коллекционного материала ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 32(5). С. 45-47. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10511>
5. Кирдогло Е.К., Полищук С.С., Червонис М.В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. № 171. С. 240–253.
6. Куришбаев К., Канафин Б.К., Шестакова Н.А. Перспективы использования новой нетрадиционной культуры яровое тритикале в системе точного земледелия Северо-Казахстанской области // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2020. № 2(105). С. 30.
7. Лабораторный сортовой контроль семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна. [http://www.vigg.ru/fileadmin/user\\_upload/Подразделениya/Ispytatel'naja\\_laboratorija/Metodika\\_ehlektroforeza\\_gordeinov.pdf](http://www.vigg.ru/fileadmin/user_upload/Подразделениya/Ispytatel'naja_laboratorija/Metodika_ehlektroforeza_gordeinov.pdf) (дата обращения: 30.04.2024).
8. Лоскутов И.Г., Полонский В.И. Селекция на содержание β-глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 4. С. 646-657. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.4.646rus>
9. Лукина К.А., Шоева О.Ю., Ковалева О.Н. Содержание антоцианов в образцах зерновок ячменя и овса из коллекции ВИР // Биотехнология и селекция растений. 2021. Т. 4, № 3. С. 5-14. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-3-04>
10. Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В., Поползухин П.В. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2018. № 2 (47). С. 37-44.
11. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. Москва: Колос, 1976. 254 с.
12. Поползухин П.В., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья // Земледелие. 2018. № 3. С. 40-43.
13. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Ляхова Н.Е. Оценка генотипов ярового ячменя из коллекции ВИР на адаптивность и продуктивность в условиях

- Восточной Сибири // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 2(27). С. 16-22. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2019-27-2-16-22>
14. Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И. Экологическая реакция сортов ярового ячменя на абиотические и биотические факторы южной лесостепи омского региона // Таврический вестник аграрной науки. 2021. №. 1 (25). С. 224-235. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-1-25-224-235>
  15. Якубышина Л.И., Прядун Ю.П. Влияние предшественников на урожайность и качество ярового ячменя в условиях Челябинской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6(86). С. 49–54. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-49-54>
  16. Francavilla A., Joye I.J. Anthocyanins in whole grain cereals and their potential effect on health // *Nutrients*, 2020, vol. 12(10), pp. 12922. <https://doi.org/10.3390/nu12102922>
  17. Loskutov I.G., Khlestkina E.K. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain // *Plants*, 2021, vol. 10(1), pp. 86. <https://doi.org/10.3390/plants10010086>
  18. Shvachko N.A., Loskutov I.G., Semilet T.V. Bioactive components in oat and barley grain as a promising breeding trend for functional food production // *Molecules*, 2021, vol. 26(8), pp. 2260. <https://doi.org/10.3390/molecules26082260>
  19. Siniuskaya M.G., Makarevich A.M., Goloenko I.M. The Study of Organelle dna Variability in Alloplasmic Barley Lines in the NGS Era // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2020, vol. 24(1), pp. 12-19. <https://doi.org/10.18699/VJ19.589>
  20. Zhou H., Steffenson B.J. Genome-wide association mapping reveals genetic architecture of durable spot blotch resistance in US barley breeding germplasm // *Mol. Breed.*, 2013, vol. 32, pp. 139-154. <https://doi.org/10.1007/s11032-013-9858-4>

### References

1. Genetic passports for alleles of GOR1 encoding loci in barley varieties *Hordeum vulgare* L., used in the Russian Federation. <http://vigg.ru/database/rastenija/genetics-veg/test-lab/hordeum-vulgare/>
2. Gerasimov S.A. Comparison of barley samples of the world collection of VIR in the conditions of Eastern Siberia. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, technical and earth sciences*, 2017, no. 2(2), pp. 15-18.
3. Dospikhov B.A. *Methodology of field experiment: (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Alliance, 2011, 350 p.
4. Zbova N.V., Surin N.A., Gerasimov S.A. Prolamines spectra in agroecological evaluation of barley collection material. *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*, 2018, no. 32(5), pp. 45-47. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10511>

5. Kirdoglo E.K., Polishchuk S.S., Chervonis M.V. Methodology and results of selection of barley for food use. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2013, no. 171, pp. 240-253.
6. Kurishbaev K., Kanafin B.K., Shestakova N.A. Prospects for the use of a new non-traditional crop spring triticale in the system of precision agriculture of the North-Kazakhstan region. *Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin*, 2020, no. 2(105), pp. 30.
7. Laboratory varietal control of barley seeds by electrophoretic analysis of spare grain proteins. [http://www.vigg.ru/fileadmin/user\\_upload/Podrazdeleniya/Ispytatel'naja\\_laboratorija/Metodika\\_ehlektroforeza\\_gordeinov.pdf](http://www.vigg.ru/fileadmin/user_upload/Podrazdeleniya/Ispytatel'naja_laboratorija/Metodika_ehlektroforeza_gordeinov.pdf)
8. Loskutov I.G., Polonsky V.I. Breeding for the content of  $\beta$ -glucans in oat grain as a promising direction for obtaining healthy food products, raw materials and forage (review). *Agricultural Biology*, 2017, vol. 52, no. 4, pp. 646-657. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.4.646rus>
9. Lukina K.A., Shoeva O.Yu., Kovaleva O.N. Content of anthocyanins in samples of barley and oat grains from the VIR collection. *Biotechnology and plant breeding*, 2021, vol. 4, no. 3, pp. 5-14. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-3-o4>
10. Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V., Popolzukhin P.V. Evaluation of adaptive properties of spring barley varieties in steppe conditions of the Siberian Priirtyshye. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*, 2018, no. 2 (47), pp. 37-44.
11. Pleshkov B.P. *Practicum on plant biochemistry*. Moscow: Kolos, 1976, 254 p.
12. Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Evaluation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties in the conditions of the Siberian Irtyshye. *Zemledeliye*, 2018, no. 3, pp. 40-43.
13. Surin N.A., Gerasimov S.A., Lyakhova N.E. Evaluation of spring barley genotypes from the VIR collection for adaptability and productivity in the conditions of Eastern Siberia. *Agrarny vestnik Verkhnevolzh'ye*, 2019, no. 2(27), pp. 16-22. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2019-27-2-16-22>
14. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Aniskov N.I. Ecological response of spring barley varieties to abiotic and biotic factors of the southern forest-steppe of the Omsk region. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoi nauki*, 2021, no. 1 (25), pp. 224-235. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-1-25-224-235>
15. Yakubyshina L.I., Pryadun Y.P. Influence of precursors on the yield and quality of spring barley in the conditions of the Chelyabinsk region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universitet*, 2020, no. 6(86), pp. 49-54. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-49-54>

16. Francavilla A., Joye I.J. Anthocyanins in whole grain cereals and their potential effect on health. *Nutrients*, 2020, vol. 12(10), pp. 12922. <https://doi.org/10.3390/nu12102922>
17. Loskutov I.G., Khlestkina E.K. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain. *Plants*, 2021, vol. 10(1), pp. 86. <https://doi.org/10.3390/plants10010086>
18. Shvachko N.A., Loskutov I.G., Semilet T.V. Bioactive components in oat and barley grain as a promising breeding trend for functional food production. *Molecules*, 2021, vol. 26(8), pp. 2260. <https://doi.org/10.3390/molecules26082260>
19. Siniauskaya M.G., Makarevich A.M., Goloenko I.M. The Study of Organelle dna Variability in Alloplasmic Barley Lines in the NGS Era. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2020, vol. 24(1), pp. 12-19. <https://doi.org/10.18699/VJ19.589>
20. Zhou H., Steffenson B.J. Genome-wide association mapping reveals genetic architecture of durable spot blotch resistance in US barley breeding germplasm. *Mol. Breed.*, 2013, vol. 32, pp. 139-154. <https://doi.org/10.1007/s11032-013-9858-4>

#### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Николаев Петр Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»*  
пр. Королева, 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
[nikolaev@anc55.ru](mailto:nikolaev@anc55.ru)

**Юсова Оксана Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией биохимии и физиологии растений  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»*  
пр. Королева, 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
[yusova@anc55.ru](mailto:yusova@anc55.ru)

**Чекусов Максим Сергеевич**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела механизации и экономических исследований  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»*  
пр. Королева, 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
[chekusov@anc55.ru](mailto:chekusov@anc55.ru)

**DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Petr N. Nikolaev**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory for the Selection of Grain Crops

*Omsk Agricultural Research Center*

*26, Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation*

*nikolaev@anc55.ru*

*SPIN-code: 5611-8777*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5192-2967>*

*Scopus Author ID: 57216491268*

**Oksana A. Yusova**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Biochemistry and Plant Physiology

*Omsk Agricultural Research Center*

*26, Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation*

*yusova@anc55.ru*

*SPIN-code: 7096-6529*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3679-8985>*

*Scopus Author ID: 57216487997*

**Maxim S. Chekusov**, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Department of Mechanization and Economic Research

*Omsk Agricultural Research Center*

*26, Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation*

*chekusov@anc55.ru*

*SPIN-code: 2156-4020*

Поступила 16.05.2024

После рецензирования 20.08.2024

Принята 08.09.2024

Received 16.05.2024

Revised 20.08.2024

Accepted 08.09.2024