

Перспективы использования коллекционных образцов ярового ячменя германского происхождения в селекционной практике Северного Зауралья

М. Н. ФОМИНА, Ю. С. ИВАНОВА, Н. А. БРАГИН, О. А. ПАЙ

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН, ул. Бурлаки, 2, пос. Московский, Тюменский р-н, Тюменская обл., 625501, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили в 2016–2023 гг. с целью оценки селекционной значимости коллекционных образцов ярового ячменя германского происхождения в контрастных погодных условиях (влажные с недобором тепла, благоприятные, засушливые) северной лесостепи Тюменской области. Коллекционные образцы (18 образцов) оценивали по таким хозяйственно ценным признакам, как продолжительность вегетационного периода, потенциальная продуктивность, экологическая пластичность, засухоустойчивость, высота растений, устойчивость к полеганию, технологические и биохимические показатели зерна. Почва – серая лесная тяжелосуглинистая оподзоленная с мощностью пахотного горизонта 18...30 см, и содержанием гумуса 1,50...4,75 %. Выделен ряд источников по комплексу и отдельным хозяйственно ценным признакам: Pasadena – устойчив к полеганию (6,0 баллов), формирует зерно средней крупности (53,8 г) с повышенным содержанием белка (13,34 %) и жира (2,58 %); Xanadu – высокоурожайный (576,5 г/м²) с повышенным содержанием крахмала (59,51 %), экологически пластичен (ИЭП=1,1); Аннабель – экологически пластичен (ИЭП=1,05), формирует зерно с пониженным содержанием белка (12,48 %) и повышенным содержанием крахмала (59,85 %); Margret – высокопродуктивен (622,4 г/м²), устойчив к полеганию (6,8 баллов), экологически пластичен (ИЭП=1,19), формирует высоко натурное зерно (6,25 г/10 см³) с пониженным содержанием белка (12,44 %) и повышенным содержанием крахмала (60,64 %); Саншайн – устойчив к полеганию (7,5 баллов), формирует высоко натурное зерно (6,26 г/10 см³) с повышенным содержанием крахмала (59,52 %). Изученные сорта могут быть перспективными источниками для улучшения хозяйственно-биологических признаков ярового ячменя.

Ключевые слова: ячмень (*Hordeum vulgare* L.), коллекция, образец, сорт, урожайность, период вегетации, качество зерна.

Сведения об авторах: М. Н. Фомина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: averyasova-ulyi@mail.ru); Ю. С. Иванова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; Н. А. Брагин, научный сотрудник; О. А. Пай, научный сотрудник.

Для цитирования: Перспективы использования коллекционных образцов ярового ячменя германского происхождения в селекционной практике Северного Зауралья / М. Н. Фомина, Ю. С. Иванова, Н. А. Брагин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 39. № 1. С. 38–44. doi: 10.53859/02352451_2025_39_1_38

Prospects for the collection samples use of spring barley of German origin in breeding practice in the Northern Trans-Urals

M. N. Fomina, Yu. S. Ivanova, N. A. Bragin, O. A. Pai

Research Agricultural Institute of the Northern Trans-Urals, branch of the Federal Research Center of Tyumen Scientific Center, Siberian branch, Russian, ul. Burlaki, 2, pos. Moskovskii, Tyumenskii r-n, Tyumenskaya obl., 625501, Russian Federation

Abstract. The studies were conducted in 2016–2023 to assess the breeding significance of collection samples of spring barley of German origin in contrasting weather conditions (humid with heat deficiency, favourable, dry) of the northern forest-steppe of the Tyumen region. Collection samples (18 samples) were assessed by such economically valuable traits as the duration of the growing season, potential productivity, ecological plasticity, drought resistance, plant height, lodging resistance, technological and biochemical indicators of grain. The soil was grey forest heavy loamy podsolised with an arable horizon thickness of 18–30 cm and a humus content of 1.50–4.75%. A number of sources were identified based on a complex and individual economically valuable traits: Pasadena was resistant to lodging (6.0 points), produced medium-sized grain (53.8 g) with increased protein content (13.34%) and fat (2.58%); Xanadu had a high grain yield (576.5 g/m²) with increased starch content (59.51%), had ecological plasticity (IEP=1.1); Annabelle had ecological plasticity (IEP=1.05), produced grain with reduced protein content (12.48%) and increased starch content (59.85%). Margret had high productivity (622.4 g/m²), was resistant to lodging (6.8 points), had ecological plasticity (IEP=1.19), formed highly natural grain (6.25 g/10 cm³) with reduced protein content (12.44%) and increased starch content (60.64%); Sunshine – resistant to lodging (7.5 points), formed highly natural grain (6.26 g/10 cm³) with increased starch content (59.52%). The studied varieties can be promising sources for improving the economic and biological characteristics of spring barley.

Keywords: barley (*Hordeum vulgare* L.); collection; sample; variety; productivity; vegetation period; grain quality.

Author Details: M. N. Fomina, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: averyasova-ulyi@mail.ru); Yu. S. Ivanova, Cand. Sc. (Agr.), research fellow; N. A. Bragin, research fellow; O. A. Pai, research fellow.

For citation: Fomina MN, Ivanova YuS, Bragin NA, et al. [Prospects for the collection samples use of spring barley of German origin in breeding practice in the Northern Trans-Urals]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2025;39(1):38–44. Russian. doi: 10.53859/02352451_2025_39_1_38

Ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare* L.) занимает четвертое место в мире среди наиболее производимых зерновых культур после пшеницы, кукурузы и риса. Это одна из наиболее приспособленных культур к широкому спектру разнообразных условий окружающей среды, выращиваемая более чем в 100 странах мира [1, 2, 3].

Ячмень превосходит пшеницу и овес по урожайности, скороспелости, засухо- и солеустойчивости [4]. Его зерно используют в качестве корма для скота, солода и продуктов питания, в том числе жареные зерна в качестве заменителя кофе. Исследования подтверждают пользу для здоровья человека при его использовании в рационе [5, 6].

Меняющийся климат вынуждает селекционеров выводить сорта растений устойчивые к биотическим и абиотическим стрессам [7, 8]. Генетическое разнообразие селекционного материала считают одной из основных предпосылок для создания высокоурожайных сортов с высокими качественными характеристиками. Имеется ограниченная информация о генетическом разнообразии генотипов ячменя из Центральной и Юго-Восточной Европы, которые широко используются в селекционных программах, и она в основном базируется на морфологических и физиологических признаках [9].

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистриро-

вано более 200 сортов ярового ячменя, в том числе 36 сортов германской селекции [10]. Немецкие сорта рекомендованы для возделывания во многих регионах Российской Федерации, включая территорию Сибири. В Тюменской области для возделывания рекомендованы сорта Деспина и КВС Джесси. В условиях Сибири, в том числе и Северного Зауралья коллекционные образцы германского происхождения представляют большой интерес в качестве ценного исходного материала для создания новых сортов ярового ячменя.

Цель исследования – оценить селекционную значимость коллекционных образцов ярового ячменя германского происхождения в условиях Северного Зауралья.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования проводили в зоне северной лесостепи Тюменской области в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северного Зауралья – филиале Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (НИИСХ СЗ – филиал ТЮМНЦ СО РАН) в 2016–2023 гг. Материалом для исследования служили 18 сортообразцов немецкой селекции. В зависимости от образца период изучения составлял 6, 7 или 8 лет (табл. 1). Стандарт – среднеспелый сорт Абалак, занимающий в Тюменской области около 50,0 % площадей, засеваемых ячменем, характеризуется средней засухоустойчивостью.

Таблица 1. Коллекционные образцы ярового ячменя германского происхождения, изученные в условиях северной лесостепи Тюменской области

Образец	№ каталога ВИР	Разновидность	Год изучения
Абалак – стандарт	-	nutans	2016–2023
Cerbinetta	31270	nutans	2016–2023
Issota	31193	nutans	2019–2023
Jenuva	31192	nutans	2019–2023
Margret	30966	nutans	2016–2023
Mauritia	31190	nutans	2016–2023
Messina	30967	nutans	2016–2023
Pasadena	30916	nutans	2016–2023
Posada	31245	nutans	2017–2023
Xanadu	30973	nutans	2016–2023
Zeppelin	31252	nutans	2018–2023
Аннабель	30821	nutans	2016–2023
Грейс	31126	nutans	2016–2023
Данута	30889	nutans	2016–2023
Деспина	31132	deficiens	2016–2023
Калькюль	31170	nutans	2017–2023
Крузер	31092	nutans	2017–2023
Саншайн	31129	nutans	2016–2023
Чилл	31130	deficiens	2016–2023

Коллекционный питомник закладывали на се-рой лесной тяжелосуглинистой оподзоленной почве. Мощность пахотного горизонта – 18...30 см, содержание гумуса в почве – 1,50...4,75 % (по Тюрину, ГОСТ 23740-79); кислотность солевой вытяжки – 5,5...6,8 ед. рН (по Алямовскому); содержание нитратного азота – 6,6...7,9 мг/кг почвы (по Градндваль-Ляжу); подвижных форм фосфора – 19,8...24,5 мг/100 г и калия – 19,0...20,6 мг/100 г почвы (по Чирикову).

Предшественник – чистый пар, горох. Посев проводили сеялкой СКС-6-10, учетная площадь делянки 5 м², норма высева 550 всхожих семян на 1 м², повторность однократная, стандарт высевали через

20 номеров. Уборку проводили комбайном «Сампо 130» в фазе полной спелости зерна.

Метеорологические условия вегетационного периода в годы исследований отличались по обеспеченности теплом и влагой. Увлажненными были 2017, 2018, 2019 и 2022 гг. Количество осадков, выпавших за период вегетации в эти годы, превысило среднее многолетнее значение на 12,0...26,3 %, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,36...1,68. Высокой температурой и недостатком влаги характеризовались 2016, 2020, 2021 и 2023 гг. Среднесуточные температуры воздуха превысили норму на 15,3...22,7 %; ГТК соответственно составил 0,69; 0,89; 0,42; 0,74. Недобор тепла (99,0 % к норме) при достаточно высоком увлажнении (126,3 % к норме) отмечен в 2018 г. Дефицит тепла наблюдали также в отдельные периоды весенне-летнего сезона 2017 г. (май, июль), 2019 г. (июнь) и 2023 г. (вторая и третья декады июня), однако высокие среднесуточные температуры в течение остального времени компенсировали этот недостаток. Сумма положительных температур в целом за вегетационный период в 2017, 2018, 2019 и 2022 гг. была близка к норме (1825...1998 °С при норме 1844 °С); в 2016, 2020, 2021 и 2023 гг. она превысила среднее многолетнее значение на 14,2...22,9 %.

Наиболее благоприятно для роста и развития растений ячменя сложились погодные условия в 2017 г. (ГТК = 1,48) и в 2022 г. (ГТК = 1,36). Оптимальный температурный режим и влагообеспеченность в течение вегетационного периода обеспечили формирование максимального урожая коллекционных образцов. Жесткая засуха проявилась в 2021 и 2023 гг. Дефицит влаги в 2021 г. сохранялся на протяжении всего вегетационного периода (ГТК мая = 0,08; ГТК июня = 0,44; ГТК июля = 0,84; ГТК августа = 0,33). Вегетационный период в 2023 г. характеризовался сухой и жаркой погодой в мае (ГТК = 0,03), первой половине июня (ГТК = 0,12), июле (ГТК = 0,79) и августе (ГТК = 0,38). Осадки, выпавшие во второй половине июня, не были использованы в полной мере, так как растения ячменя находились уже в фазе полного выхода в трубку – начало колошения.

Наблюдения, оценки и учёты (устойчивость к полеганию, высота растений, доля цветковых чешуек) проведены в соответствии с методическими указаниями по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса (Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова У. В. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. Изд. 4-е, доп. и перераб. 64 с.)

Массу 1000 зерен оценивали в 2016–2023 гг. в соответствии с Государственными стандартами ГОСТ 10842-89, пленчатость определяли в 2019–2020 гг. по ГОСТ 10843-76. Оценка натурности зерна в связи с малым количеством зерна проводили в 2019–2023 гг. на микропурке (г/10 см³). Биохимические показатели (белок, жир, крахмал) оценивали в 2019–2021 гг.: содержание сырого протеина в зерне – фотоколориметрическим методом (Куркаев В. Т., Ерошкина С. М., Понамарев А. А. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии растений. М.: Колос, 1977. С. 107–108.), содержание жира – на установке ЭЖ-101 методом экстрагирования (по Рушковскому), крахмала – поляриметрическим методом Эверса.

Индекс экологической пластичности (ИЭП) рассчитывали по формуле (Грязнов А. А. Карабальский ячмень (корм, крупа, пиво). Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. 448 с.):

Таблица 2. Структура вегетационного периода у коллекционных образцов немецкого происхождения в условиях Северного Зауралья (2016–2023 гг.)

Сортообразец	Продолжительность периода, сут.											
	всходы–колошение				колошение–восковая спелость				всходы–восковая спелость			
	$\bar{x}$ *	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>V</i> , %	$\bar{x}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>V</i> , %	$\bar{x}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>V</i> , %
Абалак (St)	36	31	41	9,7	33	28	41	12,0	69	66	74	4,5
Cerbinetta	41	38	46	7,3	32	25	42	16,7	73	69	81	6,8
Issota	43	40	44	3,9	30	25	34	11,0	73	67	78	5,6
Jenuva	45	41	47	5,2	28	19	33	19,6	73	66	78	7,2
Margret	41	34	45	9,9	31	24	43	19,1	71	66	80	6,7
Mauritia	40	33	47	11,6	33	27	44	16,8	74	68	81	6,4
Messina	38	36	41	5,4	33	29	37	9,0	71	68	75	4,9
Pasadena	36	32	40	6,6	33	29	40	10,6	70	65	72	5,7
Posada	42	39	45	5,8	32	25	42	16,7	73	68	81	6,1
Xanadu	39	35	44	7,3	33	29	37	8,6	72	66	78	5,7
Zeppelin	42	39	48	8,2	31	28	38	9,4	72	67	78	6,7
Аннабель	38	32	41	9,6	33	28	38	10,6	70	68	78	6,5
Грейс	40	36	44	6,2	33	25	44	13,4	73	67	81	6,6
Данута	39	35	44	7,6	31	27	37	11,4	70	65	76	5
Деспина	41	35	45	8	31	27	41	14,5	72	67	81	6,5
Калькюль	42	38	45	6,2	32	27	43	16,4	74	68	82	7,3
Крузер	42	39	45	5,9	31	24	39	14,8	73	67	78	5,9
Саншайн	39	37	43	6,5	31	28	43	18,8	71	67	80	6
Чилл	40	35	43	7,3	31	25	42	16,5	71	66	81	6,9

*здесь и в табл. 3, 5: $\bar{x}$ – среднее, *min* – наименьшее значение признака за годы исследований, *max* – самое большое значение признака за годы исследований, *V* – коэффициент вариации, %.

ИЭП = УС/СУО,

где УС – урожайность сортообразца, СУО – средняя урожайность всех образцов в опыте.

Математическую обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и «Snedekor» (Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: ГУП РПО СО РАНХ, 2004. 162 с).

Результаты и обсуждение. Территории Северного Зауралья относят к зонам рискованного земледелия, для которых характерно позднее прекращение весенних и раннее наступление осенних заморозков. Это требует тщательной оценки исходного материала по продолжительности вегетационного периода. Стандартный сорт Абалак созрел в среднем за годы исследований за 69 суток с амплитудой колебания по годам от 66 до 74 суток.

Коллекционные образцы немецкого происхождения созревали на 1...4 суток позднее стандарта. Продолжительность их периода вегетации составила в среднем 70...74 сут. с амплитудой колебаний по годам от 65 до 81 суток. Существовали различия и в продолжительности отдельных межфазных периодов (всходы–колошение, колошение–восковая спелость). Их продолжительность значительно варьировала в зависимости от генотипа и условий выращивания. Продолжительность периода всходы–колошение у стандартного сорта в среднем составила 36 суток (с колебаниями 31...41 сутки), колошение–восковая спелость – 33 суток (с колебаниями 28...41 сутки). У коллекционных образцов период от всходов до колошения был продолжительнее на 2...9 суток, по сравнению со стандартом, колошение–восковая спелость, наоборот, меньше на 1...5 суток (табл. 2).

Основным показателем сорта, который определяет его востребованность в производстве, считают урожайность. У изучаемых образцов она варьировала в зависимости от генотипа и условий выращивания. Средняя урожайность в разрезе выборки колебалась от 438,2 (Issota) до 622,4 г/м² (Margret). Урожайность стандартного сорта Абалак за восемь лет изучения в среднем составила 563,5 г/м² с колебаниями от 290,0 г/м² в 2021 г. до 760,2 г/м² в 2017 г. Большая часть изучаемых образцов (11 шт.) формировала урожайность ниже стандарта на 2,4...22,2 %. Почти ежегодно продуктивность сорта Абалак превышали

образцов из коллекции ВИР в зоне северной лесостепи Тюменской области (2016–2023 гг.), г/м²

Таблица 3. Урожайность и индекс экологической пластичности немецких образцов из коллекции ВИР в зоне северной лесостепи Тюменской области (2016–2023 гг.), г/м²

Сортообразец	Урожайность, г/м ²				Индекс экологической пластичности (ИЭП)		
	$\bar{x}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>V</i> , %	<i>min</i>	<i>max</i>	Среднее
Абалак (St)	563,5	290,0	760,2	31,0	0,99	1,14	1,07
Cerbinetta	597,9	335,0	783,3	26,6	0,8	1,66	1,16
Issota	438,2	224,0	680,8	47,4	0,67	1,14	0,92
Jenuva	456,0	168,0	755,2	55,4	0,56	1,09	0,91
Margret	622,4	320,0	823,3	26,7	1,04	1,47	1,19
Mauritia	503,2	192,0	768,8	42,5	0,64	1,06	0,93
Messina	536,1	125,0	786,0	38,0	0,46	1,34	0,99
Pasadena	563,9	245,0	720,6	25,4	0,9	1,07	0,98
Posada	545,4	260,0	807,2	34,6	0,89	1,19	1,05
Xanadu	576,5	260,0	755,6	30,7	0,92	1,06	1,01
Zeppelin	508,6	276,0	816,8	39,4	0,78	1,23	1,03
Аннабель	562,7	240,0	722,0	30,5	0,86	1,18	1,05
Грейс	589,9	248,0	858,6	37,4	0,9	1,21	1,08
Данута	542,4	245,0	774,4	28,6	0,89	1,72	1,06
Деспина	564,4	215,0	838,8	28,4	0,79	1,57	1,1
Калькюль	546,3	175,0	903,2	46,7	0,57	1,24	1,03
Крузер	549,7	236,0	811,5	38,0	0,79	1,17	1,04
Саншайн	538,0	200,0	781,6	38,4	0,67	1,25	0,99
Чилл	539,6	228,0	774,8	39,0	0,76	1,09	0,98
НСП ₀₅ сорт	76,9						
НСП ₀₅ год	22,5						

сортотипы Cerbinetta, Грейс и Margret. Средняя за период исследований прибавка урожайности к стандарту у них составила 34,4 г (6,1 %); 26,4 г (4,7 %) и 58,9 г (10,4 %) соответственно. Сбор зерна на уровне стандарта формировали сортотипы Pasadena, Xanadu, Аннабель и Деспина.

Значительное, но неоднозначное влияние на формирование урожая оказывали метеорологические условия в период вегетации с коэффициентами вариации по годам у генотипов $V=25,4...55,4$ %. Изменение погодных условий меньше всего отразилось на образцах Pasadena ($V=25,4$ %), Cerbinetta (26,6 %) и Margret (26,7 %). Наибольшей изменчивостью характеризовались сортотипы Mauritita (42,5 %), Калькюль (46,7 %), Issota (47,4 %) и Jenuva (55,4 %) (табл. 3).

Для создания сортов, стабильно формирующих высокий сбор зерна и слабо реагирующих на воздействие экологических стрессов, требуется наличие адаптивного исходного материала. У стандартного сорта Абалак средний показатель ИЭП составил 1,07 ед. с колебаниями от 0,99 до 1,14 ед. Не уступали стандарту по экологической пластичности (ИЭП=1,04...1,08 ед.) образцы Аннабель, Данута, Грейс, Posada, Крузер. Наибольший средний показатель индекса (ИЭП = 1,10...1,19 ед.) имели сортотипы Деспина, Cerbinetta и Margret. Все остальные коллекционные сортотипы достаточно сильно реагировали на воздействие экологических стрессов (см. табл. 3).

Ячмень отличается от других зерновых культур высокой засухоустойчивостью, жаровыносливостью и скороспелостью. Его ускоренный рост на ранних этапах развития позволяет эффективно использовать запасы осенней, зимней и ранневесенней влаги, что ослабляет воздействие поздних засух и суховея, а скороспелость позволяет «уходить» от их губительного влияния. Однако эта его особенность ограничивает использование поздно выпадающих осадков [11, 12].

Для оценки изучаемых образцов на засухоустойчивость в качестве основного показателя использовали их урожайность в контрастных условиях. Сложившиеся экстремальные условия способствовали резкому снижению урожая. В условиях засухи (2021 и 2023 гг.) средняя урожайность снизилась, по сравнению с благоприятными годами (2017 и 2022 гг.), на 47,1...71,6 % (с 680,8...834,3 г/м² до 216,5...407,5 г/м²). Особенно сильно ухудшение условий влияло на урожайность сортотипов Калькюль и Jenuva (снижение урожайности у них составило 71,6 и 71,3 % соответственно). Абалак снизил урожайность в условиях засухи на 57,9 %. Подобная реакция (снижения урожайности на 57,3...60,6 %) на недостаток влаги и высокие температуры воздуха были отмечены у образцов Pasadena, Аннабель и Posada. Большей выносливостью характеризовались образцы Данута, Cerbinetta, Деспина и Margret, снизившие урожайность всего на 24,5...47,1 % (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность коллекционных образцов германского происхождения в контрастных условиях среды, г/м²

Сорт	Благоприятные условия			Засушливые условия			Снижение урожайности, %
	2017 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2023 г.	среднее	
Абалак (St)	760,2	726,2	748,2	290,0	339,0	314,7	57,9
Cerbinetta	783,3	780,8	782,0	335,0	480,0	407,5	47,9
Issota	-	680,8	680,8	310,0	224,0	267,0	60,8
Jenuva	-	755,2	755,2	265,0	168,0	216,5	71,3
Margret	823,3	845,3	834,3	320,0	440,0	380,0	54,5
Mauritia	720,0	768,8	744,4	285,0	192,0	238,5	68,0
Messina	683,0	786,0	734,5	125,0	400,0	262,5	64,3
Pasadena	650,0	720,6	685,3	245,0	295,4	270,2	60,6
Posada	606,7	807,2	707,0	260,0	344,0	302,0	57,3
Xanadu	703,3	755,6	729,4	260,0	309,8	284,9	61,0
Zeppelin	-	816,8	816,8	335,0	276,0	305,5	62,6
Аннабель	693,3	722,0	707,6	240,0	344,0	292,0	58,7
Грейс	743,3	858,6	800,4	265,0	248,0	256,5	68,0
Данута	656,7	774,4	715,6	245,0	512,0	378,5	47,1
Деспина	696,7	759,4	728,0	265,0	406,0	335,5	53,9
Калькюль	773,3	903,8	828,6	295,0	175,0	235,0	71,6
Крузер	710,0	811,5	760,8	315,0	236,0	275,5	63,8
Саншайн	635,0	781,6	708,3	285,0	200,0	242,5	65,8
Чилл	743,3	774,8	759,0	240,0	228,0	234,0	69,2
НСР ₀₅	26,4	25,3		15,3	27,6		

В условиях Северного Зауралья устойчивость к полеганию у ярового ячменя достаточно тесно была связана с высотой соломины ($r=-0,61\pm0,27$). Сортотипы

Таблица 5. Высота растений и устойчивость к полеганию у коллекционных сортотипов немецкого происхождения в условиях Северного Зауралья (2016–2023 гг.)

Сортотип	Среднее	min	max	V, %
Абалак (St)	77,4*	57,9	92,8	15,2
	5,2	1,7	9	64,2
Cerbinetta	66,4	50,0	77,0	14,6
	8,0	5,0	9,0	20,9
Issota	72,8	55,0	91,0	21,1
	8,8	8,0	9,0	5,7
Jenuva	69,2	52,0	85,0	19,6
	8,0	5,0	9,0	25,0
Margret	70,7	52,0	88,0	17,4
	6,8	2,0	9,0	41,8
Mauritia	73,5	55,0	88,0	19,2
	8,8	8,0	9,0	5,1
Messina	79,3	53,0	102,0	26,6
	6,8	4,0	9,0	29,9
Pasadena	88,3	50,0	110,0	24,2
	6,0	1,0	9,0	58,7
Posada	64,0	50,0	80,0	16,6
	8,2	5,0	9,0	21,8
Xanadu	78,2	58,0	100,1	20,4
	6,0	1,0	9,0	55,8
Zeppelin	64,0	46,0	72,0	16,4
	8,2	5,0	9,0	21,8
Аннабель	85,0	55,0	109,1	22,2
	4,7	1,0	9,0	73,8
Грейс	72,5	56,0	90,0	16,4
	8,3	5,0	9,0	19,6
Данута	81,0	55,0	105,0	22,6
	4,2	1,0	9,0	82,3
Деспина	70,3	50,0	78,0	14,6
	7,5	3,0	9,0	33,5
Калькюль	67,8	54,0	84,0	16,6
	8,2	5,0	9,0	21,8
Крузер	69,6	55,0	83,0	16,2
	7,3	3,0	9,0	36,2
Саншайн	69,5	55,0	86,0	16,1
	7,5	3,0	9,0	31,3
Чилл	77,1	58,0	95,0	18,0
	4,9	2,5	9,0	64,4

* в числителе – высота растений, см; в знаменателе – устойчивость к полеганию, балл.

Таблица 6. Доля влияния генотипа и среды на технологические и биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов ярового ячменя немецкого происхождения в условиях Северного Зауралья (2016–2023 гг.), %

Показатель	Генотип	Среда	Взаимодействие (генотип × среда)	Ошибка
Натура зерна, г/10 см ³	27,6	16,5	51,6	4,3
Масса 1000 зерен, г	37,6	28,1	29,7	4,6
Пленчатость, %	55,7	0,1	32,9	11,3
Содержание белка, %	4,4	85,9	3,3	6,4
Содержание жира, %	19,5	22,1	38,9	19,5
Содержание крахмала, %	6,2	81,8	9,7	2,3

бразцы немецкой селекции в зоне северной лесостепи Тюменской области формировали растения средней высоты с величиной этого показателя от 64,0 см (Posada, Zeppelin) до 88,3 см (Pasadena). Однако размер стебля сильно зависел от условий выращивания. При благоприятных условиях среды (2017 г., 2022 г.) высота растений составляла 72,0...110,0 см, в условиях засухи (2021 г., 2023 г.) она была 46,0...58,0 см. Значительная изменчивость высоты стеблестоя ($V > 20\%$) была отмечена у сортообразцов Pasadena, Messina, Xanadu, Аннабель, Данута и Issota. Все остальные образцы характеризовались средней изменчивостью ($10 < V < 20\%$) (табл. 5).

Большинство коллекционных образцов немецкого происхождения отличалось высокой устойчивостью к полеганию. Они превосходили стандарт (Абалак) по величине этого показателя на 0,8...3,6 балла. Большой склонностью к полеганию характеризовались сортообразцы Аннабель и Данута. Они уступали стандарту по устойчивости к полеганию на 0,5...1,0 балл. На степень полегания существенное влияние оказывали погодные условия в период вегетации. Значительное полегание отмечали при высокой влагообеспеченности (2018, 2019 и 2022 гг.). В условиях жесткой засухи (2021 г., 2023 г.) полегание практически не проявлялось. Устойчивость к полеганию сильно варьировала у всех изучаемых образцов ($V = 5,1...82,3\%$). Большинство оцениваемых генотипов отличались меньшей изменчивостью этого показателя, по сравнению со стандартом Абалак. Высокой устойчивостью к полеганию с незначительной изменчивостью ($V = 5,1...5,7\%$) характеризовались коллекционные образцы Mauritia и Issota. Наибольшая

изменчивость этого показателя была отмечена у образцов Аннабель ($V = 73,8\%$) и Данута ($V = 82,3\%$).

Одна из актуальных и перспективных задач в селекции ячменя – создание сортов, формирующих зерно высокого качества [8]. Проведенные исследования показали неоднозначное

влияние генотипа и среды на формирование технологических (натура, масса 1000 зерен, пленчатость) и биохимических показателей (содержание белка, жира и крахмала). Натура зерна, масса 1000 семян и пленчатость в значительной степени зависели от сортовых особенностей (доля влияния составила соответственно 27,6, 37,6 и 55,7 %) и взаимодействия генотип × среда (доля влияния 51,6, 29,7 и 32,9 % соответственно). Роль условий выращивания была менее значима (табл. 6). Содержание белка и крахмала в большей степени зависело от условий выращивания (доля влияния среды составила соответственно 85,9 % и 81,8 %). Влияние генотипа и генотип-средового взаимодействия на эти показатели было незначительным (доля влияния от 3,3 до 9,7 %). Содержание жира существенно зависело от взаимодействия генотип × среда (доля влияния 38,9 %). Доля влияния генотипа (19,5 %) и среды (22,1 %) была почти равнозначной.

Изменение показателя натуры связано с реакцией генотипа на условия выращивания. Натурная масса стандартного сорта (Абалак) в среднем составил 5,97 г/10 см³ с колебаниями 5,71...6,21 г/10 см³ ($V = 3,74\%$). Стабильно по отношению к стандарту имели преимущество по этому показателю образцы Грейс (+0,20...0,44 г/10 см³), Margret (+0,33...0,34 г/10 см³), Калькюль (+0,04...0,36 г/10 см³), Posada (0,11...0,24 г/10 см³), Jenuva (0,24...0,28 г/10 см³), Саншайн (0,21...0,24 г/10 см³) и Чилл (0,20...0,24 г/10 см³). Кроме того, сортообразцы Грейс, Posada и Jenuva меньше других реагировали на изменение погодных условий при формировании высоко натурального зерна ($V = 1,82...2,54\%$). Наибольшая изменчивость этого показателя была у сорта Cerbinetta ($V = 9,98\%$) (табл. 7).

Таблица 7. Натура зерна и масса 1000 зерен у коллекционных образцов ярового ячменя германского происхождения в зоне северной лесостепи Тюменской области

Сортообразец	Натура зерна, г/10 см ³ (2019–2022 гг.)				Масса 1000 зерен, г (2016–2023 гг.)				Пленчатость, % (2019–2020 гг.)			
	min	max	$\bar{x}$	V, %	min	max	$\bar{x}$	V, %	min	max	$\bar{x}$	V, %
Абалак (St)	5,71	6,21	5,97	3,7	49,90	56,00	52,10	4,7	8,40	8,83	8,62	3,52
Cerbinetta	4,95	6,18	5,82	10,0	51,40	55,60	53,30	3,2	8,80	8,03	8,42	6,47
Issota	5,40	6,11	5,79	5,1	54,00	62,30	55,40	8,6	-	-	-	-
Jenuva	5,95	6,25	6,06	2,2	49,00	55,20	51,90	5,3	6,40	7,24	6,82	8,71
Margret	6,05	6,54	6,25	3,4	49,50	56,50	53,40	4,3	7,60	9,86	8,73	18,30
Mauritia	5,35	6,26	5,94	6,8	50,50	58,50	54,20	5,2	8,60	7,65	8,10	8,30
Messina	5,48	6,45	6,11	7,2	48,50	55,60	53,60	5,0	8,68	6,46	7,57	20,73
Pasadena	5,55	6,13	5,94	4,5	47,50	63,80	53,80	10,6	8,18	10,38	9,28	16,76
Posada	5,95	6,32	6,11	2,5	51,50	56,70	54,80	4,1	-	-	-	-
Xanadu	5,65	6,15	5,90	4,5	48,60	54,50	51,00	4,8	7,09	8,48	7,79	12,62
Zeppelin	5,36	6,25	5,98	7,0	49,80	55,10	51,70	4,1	8,82	8,51	8,67	2,53
Аннабель	5,53	6,00	5,76	3,3	45,50	52,50	47,80	4,9	7,97	7,49	7,73	4,39
Грейс	6,15	6,41	6,29	1,8	50,20	61,50	55,20	6,5	8,06	9,06	8,56	8,26
Данута	5,62	6,45	5,88	6,3	48,00	53,50	51,20	3,5	9,48	7,62	8,55	15,38
Деспина	5,75	6,10	5,96	2,6	49,50	59,70	55,60	6,3	7,41	7,42	7,42	1,35
Калькюль	5,75	6,57	6,22	5,6	48,50	55,80	52,10	6,0	8,71	8,24	8,48	3,92
Крузер	5,77	6,35	6,10	4,0	47,50	53,20	51,60	4,2	7,45	9,51	8,48	17,18
Саншайн	5,95	6,45	6,26	3,5	49,40	56,30	53,00	4,6	7,60	7,23	7,42	3,53
Чилл	5,95	6,41	6,15	3,6	44,40	50,50	48,30	4,5	7,21	8,06	7,64	7,87
HCP ₀₅ сорт			0,89				3,04				0,97	
HCP ₀₅ год			0,31				1,45				0,30	

Таблица 8. Содержание белка, жира и крахмала в зерне коллекционных образцов ячменя немецкого происхождения в зоне северной лесостепи Тюменской области (2019–2021 гг.)

Сорт	Содержание белка, %				Содержание жира, %				Содержание крахмала, %			
	min	max	$\bar{x}$	V, %	min	max	$\bar{x}$	V, %	min	max	$\bar{x}$	V, %
Абалак (St)	11,97	15,74	13,52	14,6	1,50	2,23	1,87	19,5	55,22	63,17	59,23	6,7
Cerbinetta	11,12	14,31	12,56	12,9	1,30	1,87	1,61	18,0	55,76	64,51	59,38	7,7
Issota	10,37	16,24	13,30	31,2	2,31	3,29	2,80	24,7	57,96	58,44	58,20	0,6
Jenuva	10,26	15,68	12,96	20,9	1,87	2,88	2,34	21,7	55,13	65,58	59,33	9,3
Margret	10,54	15,10	12,44	19,1	1,95	2,19	2,09	6,1	58,07	64,80	60,64	6,4
Mauritia	9,80	16,53	13,09	25,7	2,11	2,41	2,27	6,9	58,24	64,07	60,83	4,9
Messina	9,98	14,65	12,48	18,8	1,75	2,46	2,09	17,3	57,24	61,24	59,12	3,4
Pasadena	11,97	14,65	13,34	10,0	1,79	2,86	2,18	27,0	53,72	61,26	58,53	7,1
Posada	10,54	15,96	13,25	29,0	1,72	3,43	2,58	46,9	56,99	61,27	59,13	5,1
Xanadu	11,12	15,39	12,92	13,3	1,51	2,57	1,93	29,3	54,34	65,67	59,51	9,6
Zeppelin	10,83	14,25	12,35	14,1	1,76	2,05	1,88	8,0	54,90	61,61	59,09	6,2
Аннабель	10,54	14,93	12,48	17,9	1,81	2,10	1,93	7,9	53,55	63,89	59,85	9,2
Грейс	9,69	16,30	12,67	23,7	1,66	2,60	2,10	29,4	55,54	61,68	58,88	5,2
Данута	12,26	14,54	13,68	9,1	1,41	2,51	1,87	30,6	50,48	63,93	58,70	12,3
Деспина	10,12	15,39	12,44	19,5	1,58	2,13	1,94	16,3	57,64	62,06	60,08	3,7
Калькюль	11,28	15,54	12,79	17,8	1,68	2,58	2,13	22,5	56,63	63,30	59,69	6,4
Крузер	9,12	14,54	12,07	22,7	1,87	2,60	2,15	18,2	56,87	61,03	58,40	3,9
Саншайн	10,54	15,96	12,86	21,7	1,86	2,27	2,01	11,4	58,07	60,59	59,52	2,2
Чилл	11,40	17,10	12,87	21,1	1,60	2,45	2,13	21,6	57,86	62,00	59,78	3,5
HCP ₀₅ сорт			0,96				0,66				3,97	
HCP ₀₅ год			0,22				0,24				1,47	

У стандартного сорта (Абалак) за годы изучения (2016–2023 гг.) масса 1000 зерен в среднем достигала 52,1 г с колебаниями в пределах 49,9...56,9 г. У изучаемых сортообразцов среднее значение массы 1000 зерен варьировало от 47,8 г (Аннабель) до 55,6 г (Деспина). Гидротермические условия наряду с генотипом оказывали влияние на варьирование массы 1000 зерен. Максимальные величины этого показателя у большинства испытываемых образцов отмечали в 2019 и 2022 гг. при благоприятном гидротермическом режиме в период налива и созревания зерна (ГТК в июле было соответственно 1,81 и 1,10; в августе – 1,51 и 1,00). Минимальные его значения – в 2020 и 2021 гг., при дефиците влаги во второй половине вегетации (в июле ГТК было соответственно 0,28 и 0,84; в августе 0,95 и 0,33). Установлена слабая изменчивость ($V < 10\%$) массы 1000 зерен у всех оцениваемых сортообразцов. Наибольшее варьирование признака зафиксировано у сорта Pasadena ($V = 10,61\%$), меньше других на условия среды реагировали сортообразцы Данута ($V = 3,48\%$) и Cerbinetta ($V = 3,23\%$) (см. табл. 7).

Пленчатость изучаемых образцов в среднем варьировала от 6,82 % (Jenuva) до 10,61 % (Posada). Доля цветковых чешуй в составе зерновки стандартного сорта Абалак в среднем составила 8,62 % с колебаниями от 8,40 (2019 г.) до 8,83 % (2020 г.). На уровне стандарта пленчатость (8,13...8,73 %) формировали сорта Данута, Cerbinetta, Грейс, Margret, Калькюль, Крузер, Mauritia и Zeppelin. Достаточно высокая пленчатость была у образцов Pasadena (9,28 %) и Posada (10,61 %). Все остальные сорта характеризовались пленчатостью 6,82...7,78 % (см. табл. 7).

Следует отметить неоднозначную реакцию сортов на условия выращивания при формировании цветковой чешуи. Большая изменчивость этого показателя отмечена у сортов Messina ($V = 50,6\%$), Margret (18,3 %) и Pasadena (16,8 %). Минимальное варьирование этого показателя отмечено у сорта Деспина ($V = 0,2\%$). Слабо реагировали на изменение условий среды также номера: К – 31252 (Zeppelin), К – 31129 (Саншайн), К – 31170 (Калькюль), К – 30821 (Аннабель), коэффициент вариации (V) у которых составил 2,5 %; 3,4 %; 3,9 %; 4,4 % соответственно.

Содержание белка у стандарта Абалак в среднем составило 13,52 % с колебаниями от 11,97 до 15,74 %. Не уступали стандарту по белковости также сортообразцы Pasadena (13,34 %), Данута (13,68 %), Posada (13,25 %), Issota

(13,30 %). Большинство изучаемых образцов отличались значительной изменчивостью этого показателя по годам ($V > 20\%$). Меньше других образцов на изменение условий среды реагировал сортообразец Данута ($V = 9,1\%$) (табл. 8).

Содержание жира у изучаемых образцов варьировало в среднем от 1,61 % (Cerbinetta) до 2,80 % (Issota) при показателе стандартного сорта Абалак 1,87 %. Большая часть изучаемых образцов превосходила стандарт по этому показателю. Содержание жира, как и другие компоненты в составе зерна подвержено значительной изменчивости в зависимости от генотипа (19,5 %) и условий выращивания (21,1 %). Значительной вариативностью этого показателя ($V > 20\%$) характеризовались образцы Pasadena, Xanadu, Данута, Грейс, Калькюль, Posada, Issota, Jenuva и Чилл. Незначительная изменчивость по содержанию жира ($V < 10\%$) была у сортообразцов Аннабель, Margret, Mauritia и Zeppelin (см. табл. 8).

В зерне стандартного сорта Абалак содержание крахмала в среднем составило 59,23 % с колебаниями от 55,22 % до 63,17 %. Изучаемые в условиях Северного Завуралья образцы накапливали в среднем от 58,20 до 60,83 % крахмала. Уровень крахмалистости зерна коллекционных образцов ячменя определялся сортовыми особенностями (6,2 %) и условиями среды возделывания (81,8 %). Минимальное содержание крахмала было отмечено в условиях жесткой засухи (2021 г.), максимальные значения были зафиксированы в 2020 г. (первая половина вегетации теплая и влажная, вторая – теплая сухая). Следует отметить незначительную зависимость этого показателя от условий выращивания у большинства оцениваемых образцов ($V < 10\%$). Исключение составил сорт Данута ($V = 12,3$) (см. табл. 8).

Выводы. Многолетнее (2016–2023 гг.) изучение коллекционных образцов немецкого происхождения в зоне северной лесостепи Тюменской области в контрастных погодных условиях (влажные с недобором тепла – 2018, 2019 гг. с ГТК = 1,36...1,68, благоприятные – 2017, 2022 гг. с ГТК = 1,36...1,48, засушливые – 2016, 2020, 2021 и 2023 гг. с ГТК = 0,42...0,89) позволило выделить источники хозяйственно ценных признаков:

Pasadena, Саншайн и Margret – устойчивы к полеганию (6,0...7,5 балла);

Pasadena, Грейс, Margret и Pasada – формируют зерно средней крупности (53,4...55,2 г);

Xanadu, Gerbinetta, Margret и Грейс – высоко урожайные (576,5...622,4 г/м²);
 Аннабель, Margret, Gerbinetta, Диспина – с высокой экологической пластичностью ($b_f=1,05...1,19$);
 Аннабель и Margret – формируют зерно с пониженным содержанием белка (12,44...12,48 %);
 Pasadena – с повышенным содержанием белка (13,34 %) и жира (2,58 %);
 Margret, Грейс, Калькуль и Pasada – формируют высоко натурное зерно (6,25; 6,29; 6,22; 6,11 г/10 см³);
 Саншайн, Аннабель, Margret и Xanadu – отличаются повышенным содержанием крахмала (59,51...60,64 %).

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа выполнена научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Северного Зауралья ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FWRZ-2021-0015).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Assefa A., Girmay G., Alemayehu T. Performance evaluation and stability analysis of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for yield and quality traits in Eastern Amhara, Ethiopia // CABI Agric Biosci. 2021. Vol. 2. Article 31. URL: <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-021-00051-w> (дата обращения: 12.09.2024). doi: 10.1186/s43170-021-00051-w.
2. Characterisation of starch quality from barley varieties grown in South Africa / S. Balet, P. Gous, G. Fox, et al. // Int J Food Sci Tech. 2020. Vol. 55. No. 2. P. 443–452. doi: 10.1111/ijfs.14299.
3. Баталова Г. А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 81–87. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
4. Белозерова А. А., Базюк Д. А., Боме Н. А. Комплексная оценка мутантов ярового ячменя по элементам урожайности // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2024. Т. 185. № 1. С. 27–38. doi: 10.30901/2227-8834-2024-1-27-38.
5. Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium in nordic spring barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*) / T. Bengtsson, I. Ahman, T. Bengtsson, et al. // Genet. Resour. Crop Evol. 2017. Vol. 64. P. 2021–2033.
6. Уровень проявления и корреляция между урожайностью, морфологическими признаками и элементов структуры урожая ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) / О. А. Демидов, В. М. Гудзенко, С. П. Васильковский и др. // Изучение и охрана сортов растений. 2017. Т. 13. № 2. С. 190–197. doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105413.
7. Козубовская Г. В., Балакшина В. И. Урожайность многозрядного ярового ячменя разновидностей *pallidum* в сухостепной зоне // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179. № 4. С. 67–73. doi: 10.30901/2227-8834-2018-4-67-73.
8. Barley landraces: Ecological heritage for edaphic stress adaptations and sustainable production / A. Kumar, R. P. S. Verma, A. Singh, et al. // Environ. Sustain. Indic. 2020. Vol. 6. Article 100035. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972720300179> (дата обращения: 24.10.2024). doi: 10.1016/j.indic.2020.100035.
9. Assessment of resistance of barley varieties to diseases in Polish organic field trials / T. Lenartowicz, H. Bujak, M. Przysalski, et al. // Agriculture. 2024. Vol. 14. Article 789. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/5/789> (дата обращения: 24.10.2024). doi: 10.3390/agriculture14050789.
10. Реализация идей Н. И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179. № 1. С. 78–88. doi: 10.30901/2227-8834-2018-1-78-88.
11. Тетяников Н. В., Боме Н. А. Источники ценных признаков для селекции голозерного ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 3. С. 49–55. doi: 10.30901/2227-8834-2020-3-49-55.
12. Оценка исходного материала для селекции ячменя пивоваренного направления / О. А. Юсова, П. Н. Николаев, М. А. Кузьмич и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. № 1. С. 79–89. doi: 10.30901/2227-8834-2023-1-79-89.

References

1. Assefa A, Girmay G, Alemayehu T. Performance evaluation and stability analysis of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for yield and quality traits in Eastern Amhara, Ethiopia. CABI Agric Biosci [Internet]. 2021 [cited 2024 Sep 12];2: Article 31. Available from: <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-021-00051-w>. doi: 10.1186/s43170-021-00051-w.
2. Balet S, Gous P, Fox G, et al. Characterisation of starch quality from barley varieties grown in South Africa. Int J Food Sci Tech. 2020;55(2):443-52. doi: 10.1111/ijfs.14299.
3. Batalova GA. [Oat breeding for grain quality in the Volga-Vyatka region]. Zemobobovye i krupyanye kultury. 2018;(3):81-7. Russian. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
4. Belozerova AA, Bazyuk DA, Bome NA. [Comprehensive assessment of spring barley mutants by yield elements]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2024;185(1):27-38. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2024-1-27-38.
5. Bengtsson T, Ahman I, Bengtsson T, et al. Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium in nordic spring barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*). Genet. Resour. Crop Evol. 2017;64:2021-33.
6. Demidov OA, Gudzenko VM, Vasil'kovskii SP, et al. [Level of manifestation and correlation between yield, morphological traits and yield structure elements of spring barley (*Hordeum vulgare* L.)]. Izuchenie i okhrana sortov rastenii. 2017;13(2):190-7. Russian. doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105413.
7. Kozubovskaya GV, Balakshina VI. [Productivity of multi-row spring barley of *pallidum* subvariety in the dry steppe zone]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2018;179(4):67-73. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2018-4-67-73.
8. Kumar A, Verma RPS, Singh A, et al. Barley landraces: Ecological heritage for edaphic stress adaptations and sustainable production. Environ. Sustain. Indic [Internet]. 2020 [cited 2024 Oct 24];6: Article 100035. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972720300179>. doi: 10.1016/j.indic.2020.100035.
9. Lenartowicz T, Bujak H, Przysalski M, et al. Assessment of resistance of barley varieties to diseases in Polish organic field trials. Agriculture [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 24];14: Article 789. Available from: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/5/789>. doi: 10.3390/agriculture14050789.
10. Surin NA, Lyakhova NE, Gerasimov SA, et al. [Implementation of Vavilov's ideas in barley breeding in Siberia]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2018;179(1):78-88. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2018-1-78-88.
11. Tetyannikov NV, Bome NA. [Sources of valuable traits for breeding hull-less barley]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2020;181(3):49-55. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2020-3-49-55.
12. Yusova OA, Nikolaev PN, Kuz'mich MA, et al. [Evaluation of source material for breeding brewing barley]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2023;184(1):79-89. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2023-1-79-89.

Поступила в редакцию 26.11.2024 После доработки 21.12.2024 Принята к публикации 15.01.2025