

Д.А. Базюк ✉
А.А. Белозерова
Н.А. Боме

Тюменский государственный университет,
Тюмень, Россия

✉ bazjukdenis97@yandex.ru

Поступила в редакцию: 06.05.2024
Одобрена после рецензирования: 13.09.2024
Принята к публикации: 27.09.2024

© Базюк Д.А., Белозерова А.А., Боме Н.А.

Использование селекционных индексов для оценки коллекционных образцов ярового ячменя *Hordeum vulgare* L.

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся экспериментальные данные по определению адаптивных свойств и продуктивности образцов *Hordeum vulgare* L. ssp. *distichon* (L.) Körn. и *H. vulgare* L. ssp. *vulgare* различного эколого-географического происхождения на основе селекционных индексов. В контрастных условиях вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. проведено изучение 35 образцов по элементам зерновой продуктивности (длина колоса, число зерен в колосе и их масса, высота растений). Полевое исследование проведено на экспериментальном участке биостанции Тюменского государственного университета «Озеро Кучак» (Нижнетавдинский р-н, Тюменская обл.). Оценка продуктивности во взаимосвязи «генотип — среда» показала, что наибольшей информативностью обладают следующие селекционные индексы: канадский, мексиканский, линейной плотности колоса, продуктивности растений. На основании баллового ранжирования по комплексу индексов к числу лучших отнесены образцы: Зерноградский 813, к-30453, Абалак, к-31201, Россия; Knezsza 65, к-22809, Венгрия (var. *erectum*, *nutans*); Rokkaku-yabane, к-10986, Япония (var. *brachyatherum*). Более высокая урожайность была получена в относительно благоприятных условиях вегетации 2022 г.: до 439,8 г/м² у образцов двурядного ячменя, до 454,8 г/м² — многорядного; в стрессовых условиях — до 455,4 и 218,1 г/м² соответственно. В 2023 году по сравнению с 2022-м у образцов многорядного ячменя отмечено увеличение силы связи урожайности с канадским индексом ($r = 0,73$), индексом продуктивности растений ($r = 0,66$), индексом линейной плотности колоса ($r = 0,58$), мексиканским индексом ($r = 0,52$). У двурядных образцов выявлено ослабление корреляции урожайности с данными индексами. Исключение составил мексиканский индекс, характеризовавшийся стабильным по годам коэффициентом корреляции ($r = 0,35$).

Ключевые слова: двурядный и многорядный ячмень, элементы продуктивности, селекционные индексы, урожайность, корреляция

Для цитирования: Базюк Д.А., Белозерова А.А., Боме Н.А. Использование селекционных индексов для оценки коллекционных образцов ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. *Аграрная наука*. 2024; 387(10): 96–103.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-96-103>

Using breeding indices for evaluating collection samples of spring barley *Hordeum vulgare* L.

ABSTRACT

The article presents experimental data on determination of adaptive properties and productivity of *Hordeum vulgare* L. ssp. *distichon* (L.) Körn. and *H. vulgare* L. ssp. *vulgare* samples of different ecological and geographical origin on the basis of breeding indices. Under contrasting conditions of the growing seasons, 2022 and 2023, 35 samples were studied for elements of grain productivity (ear length, number of grains in the ear and their weight, plant height). The field study was carried out at the experimental site of the biostation University of Tyumen “Lake Kuchak” (Nizhnetavdinsky District, Tyumen Province). The evaluation of productivity in the relationship “genotype — environment” showed that the following breeding indices are the most informative: Canadian, Mexican, linear ear density, plant productivity. On the basis of point ranking on the complex of indices, the best samples were: Zernogradsky 813, k-30453, Abalak, k-31201, Russia; Knezsza 65, k-22809, Hungary (var. *erectum*, *nutans*); Rokkaku-yabane, k-10986, Japan (var. *brachyatherum*). Higher yields were obtained under relatively favorable growing conditions in 2022, up to 439.8 g/m² for double-row and up to 454.8 g/m² for multi-row barley accessions; under stress conditions, up to 455.4 and 218.1 g/m², respectively. Under stress conditions in 2023 compared to 2022, the multi-row barley samples showed an increase in the strength of correlation of yield with Canadian index ($r = 0.73$), plant productivity index ($r = 0.66$), linear ear density index ($r = 0.58$), Mexican index ($r = 0.52$). Two-row samples showed weaker correlation of yield with these indices. The exception was the Mexican index, characterized by a stable correlation coefficient over the years ($r = 0.35$).

Key words: two-row and multi-row barley, productivity elements, selection indices, yield, correlation

For citation: Bazyuk D.A., Belozerova A.A., Bome N.A. Using breeding indices for evaluating collection samples of spring barley *Hordeum vulgare* L. *Agrarian science*. 2024; 387(10): 96–103 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-96-103>

Denis A. Bazyuk ✉
Anna A. Belozerova
Nina A. Bome

University of Tyumen, Tyumen, Russia

✉ bazjukdenis97@yandex.ru

Received by the editorial office: 06.05.2024
Accepted in revised: 13.09.2024
Accepted for publication: 27.09.2024

© Bazyuk D.A., Belozerova A.A., Bome N.A.

Введение/Introduction

Селекция ячменя на повышение продуктивности — одна из ведущих задач, направленных на создание и оценку генотипов с улучшенными хозяйственно ценными свойствами с использованием различных методов. В настоящее время в селекционной практике при создании сортов является актуальным поиск новых подходов, способных повысить урожайность культуры с учетом почвенно-климатических особенностей конкретного региона [1–4]. Подбор и создание сортов ячменя для контрастных почвенно-климатических условий Сибири определяются необходимостью эффективного использования биоклиматических ресурсов регионов [5, 6].

По мнению Н.С. Вертий и соавт. [7], для получения информации об адаптивных свойствах селекционного материала необходим поиск «маркеров» адаптивности, в качестве которых можно использовать селекционные индексы.

Отмечается целесообразность выражения хозяйственно ценных признаков через селекционные индексы, что может способствовать повышению результативности проводимой работы. Помимо этого, указывается, что при расчете селекционных индексов учитываются как фенотипические, так и генотипические корреляции между показателями, входящими в индексы. Согласно литературным данным, индексы широко применяются в селекционных технологиях, однако их использование требует тщательного анализа относительно исследуемой культуры и различных лимитирующих факторов внешней среды [8].

Цель исследования — оценка коллекционных образцов ячменя различного эколого-географического происхождения по признакам продуктивности с помощью селекционных индексов в условиях юга Тюменской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В качестве объекта исследования были использованы 35 образцов ячменя *Hordeum vulgare* L. различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, принадлежащих к двум подвидам ячменя культурного — *H. vulgare* L. ssp. *distichon* (L.) Körn. (двурядный — 19 образцов, относящихся к разновидностям *dupliatrum*, *erectum*, *glabridificiens*, *griseinudiinermе*, *macrolepis*, *nudum*, *nutans*, *rubrum*, *steudelii*) и *H. vulgare* L. ssp. *vulgare* (многорядный — 16 образцов, относящихся к разновидностям *brachyatherum*, *coeleste*, *himalaeynse*, *nigripallidum*, *pallidum*, *parallelum*, *rikotense*, *sinicum*, *violaceum*).

В коллекции преобладали ячмени из Эфиопии (девять образцов), Перу (пять образцов), Россия и Германия представлены четырьмя образцами, из Франции и Казахстана (по два образца), из Японии, Ирака, Таджикистана, Нидерландов, Венгрии и Сирии (по одному образцу).

Полевые исследования проведены в 2022 и 2023 гг. на экспериментальном участке биостанции Тюменского государственного университета «Озеро Кучак», расположенной во II агроклиматической зоне — подтайге низменности (Нижнетавдинский р-н, Тюменская обл., 57°20'57.3"N 66°03'21.8"E). Мониторинг метеорологических условий осуществляли с помощью профессиональной метеостанции iMetos IMT 300 (Австрия).

За норму принимались среднееголетние значения среднесуточной температуры и количества осадков с 1936 г. по настоящее время («условная норма»).

Для характеристики вегетационных периодов рассчитан гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) по формуле:

$$ГТК = R / 0,1 \times \Sigma t,$$

где: R — сумма осадков, мм; Σt — сумма среднесуточной температуры воздуха $> 10^{\circ}C$ [9].

Вегетационные сезоны в годы проведения исследования значительно различались по гидротермическому режиму (рис. 1).

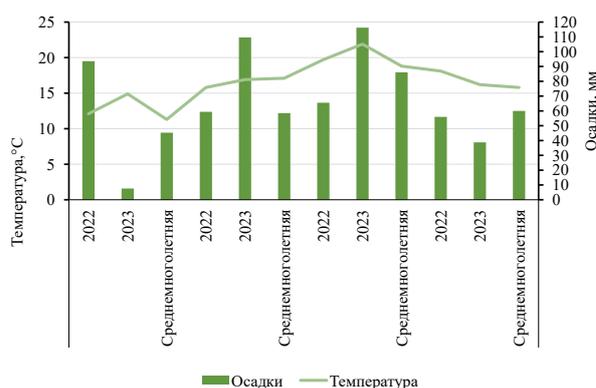
В 2022 году складывались относительно благоприятные условия для роста и развития растений, при этом наблюдалось неравномерное распределение осадков по отдельным месяцам с избытком влаги в мае (46,2 мм) и недобором осадков в июле (78,6 мм) по сравнению со средним многолетним значением (86,0 мм). По обеспеченности теплом вегетационный сезон был близок к норме в мае, чуть ниже средней многолетней температуры характеризовался июнь, превышение над нормой отмечалось в июле и августе. Гидротермический коэффициент изменялся от 1,1 (в мае) до 0,5 (в августе).

Вегетационный сезон 2023 г. характеризовался экстремальными метеорологическими условиями. Острый дефицит влаги наблюдался в мае в период формирования всходов, осадки отсутствовали в I и II декады месяца, в III декаде выпало всего лишь 7,6 мм осадков (16,8% от среднего многолетнего значения). В июне и июле по количеству осадков отмечено превышение нормы (на 87,4% и 35,1% соответственно), но при этом наибольшая их часть выпала в течение короткого промежутка времени на фоне повышенных среднесуточных температур воздуха. В августе количество осадков составило 64,7% от среднего многолетнего значения. ГТК в период вегетации варьировал от 0,2 (в мае) до 1,7 (в июле). Сумма активных температур за период выше $10^{\circ}C$ в 2022–2023 гг. составила 2143,3–2398,0 $^{\circ}C$ при продолжительности 126–139 суток.

Посев образцов проводили на делянках площадью 1 м^2 , глубина заделки семян — 5–6 см, норма высева — 500 семян на 1 м^2 . Почва окультуренная дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу супесчаная (содержание гумуса — 3,67%, pH — 6,6).

Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов по гидротермическому режиму в годы исследования

Fig. 1. Characteristics of the growing seasons according to their hydrothermal regime in the years of research



¹ Селянинов Г.Т. К методике сельскохозяйственной климатографии. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1930; 2(22): 45–91.

Учеты и наблюдения в течение вегетационного периода выполняли в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса².

В фазу «колошение» учитывали высоту растений, после уборки анализировали изменчивость признаков продуктивности (длина колоса, число и масса зерен с колоса, количество продуктивных побегов и урожайность на 1 м²), на их основе рассчитывали селекционные индексы:

- «канадский индекс (удельный урожай колоса)» — отношение массы зерен с колоса (г) к длине колоса (см),
- «индекс линейной плотности колоса» — отношение числа зерен с колоса (шт.) к длине колоса (см),
- «индекс продуктивности растения» — отношение произведения числа зерен с колоса (шт.) на массу зерен с колоса (г) к длине колоса (см),
- «индекс потенциала колоса» — отношение длины колоса (см) к высоте растения (см),
- «мексиканский индекс» — отношение массы зерен с колоса (г) к высоте растения (см),
- «финско-скандинавский индекс» — отношение числа зерен в колосе (шт.) к высоте растения (см) [8, 10–12].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Урожайность зерна представляет собой комплексное взаимодействие ее элементов [13], находится под влиянием условий окружающей среды и определяется устойчивостью растительного организма к неблагоприятным факторам [14].

В данном исследовании изученные образцы ячменя характеризовались значительной изменчивостью отдельных элементов структуры урожая в зависимости от принадлежности к двурядному или многорядному подвиду и метеорологических характеристик вегетационного сезона.

О.Б. Батакова, В.А. Корелина [15] указывают, что длина колоса является одним из признаков, влияющих на продуктивность сорта, которая существенно уменьшается в неблагоприятные по климатическим условиям годы.

Двурядные и многорядные образцы характеризовались стабильным проявлением длины колоса, числа зерен и массы зерна с колоса в разные вегетационные сезоны (табл. 1). При этом многорядные образцы в 2022 г. уступали двурядным по длине колосе, но превосходили

по числу зерен в колосе и их массе в оба года исследования, что объясняется особенностями их генотипа (принадлежностью к разным подвидам).

Для оценки потенциальной продуктивности селекционных и коллекционных образцов зерновых культур, их устойчивости к комплексу неблагоприятных факторов среды на первых этапах селекционного процесса используют различные селекционные индексы [11, 16–19].

По данным авторов, у двурядных образцов не отмечено различий по индексам при сравнении по годам исследования. При этом при анализе изменчивости индексов отдельных образцов были установлены значительные вариации в зависимости от условий вегетационного сезона (табл. 1).

Исходя из того, что канадский индекс позволяет выделять засухоустойчивые генотипы [12, 19], был выполнен расчет удельного урожая колоса. В 2022 году около половины двурядных образцов характеризовались высокими значениями данного индекса, максимальная величина которого отмечена у образцов: Зерноградский 813, к-30453 (Россия) — 0,131 г/см, Kneza 65, к-22809 (Венгрия) — 0,141 г/см.

В 2023 году при аналогичной закономерности выделились другие образцы: Comfort f8, к-24678 (США) — 0,140 г/см, Абалак, к-31201 (Россия) — 0,142 г/см.

По индексу линейной плотности колоса в первый год исследования выделились 7 образцов, во второй — 4, у которых отношение числа зерен с колоса к его длине превышало 2,7 шт/см. Максимальная величина данного индекса в 2022 г. отмечена у образцов: Зерноградский 813, к-30453 (Россия) — 3,34 шт/см; Msg 2 alb»e (chromosome 2), к-22733 (США) — 2,92 шт/см; Comfort f8, к-24678 (США) — 2,90 шт/см; в 2023 г. — Зерноградский 813, к-30453 (Россия) — 2,98 шт/см; к-23339 (Германия) — 2,84 шт/см; Comfort f8, к-24678 (США) — 2,83 шт/см.

Индекс продуктивности растений, предложенный И.Р. Манукян с соавт. [11], рекомендуется в качестве наиболее информативного и объективного критерия оценки, так как в его основу положены такие параметры, как длина колоса, число зерен колосе и их масса [11, 12, 19]. Данный индекс варьировал в 2022 г. от 1,101 шт. × г/см Н.2866 Coll. Halle EP80, к-23450 (Эфиопия) до 2,719 шт. × г/см Зерноградский 813, к-30453 (Россия), в 2023 г. — от 0,685 шт. × г/см Н.2866 Coll. Halle EP80, к-23450 (Эфиопия) до 2,601 шт. × г/см De pribtermpe, к-23491 (Франция).

Таблица 1. Изменчивость признаков продуктивности двурядных и многорядных подвидов ячменя и некоторые селекционные индексы, рассчитанные на их основе в разные годы исследования

Table 1. Variability of productivity traits of two-row and multi-row subspecies of barley and some breeding indices calculated on their basis in different years of research

Год	Длина колоса, см		Число зерен в колосе, шт.		Масса зерна с колоса, г		Канадский индекс, г/см		Индекс линейной плотности колоса, шт/см		Индекс продуктивности растений, шт. × г/см	
	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x
<i>Двурядные образцы</i>												
2022	5,6–9,3	6,80 ± 0,19	14,1–21,0	17,20 ± 0,46	0,52–0,92	0,74 ± 0,03	0,078–0,141	0,110 ± 0,004	2,10–3,35	2,56 ± 0,08	1,101–2,719	1,905 ± 0,106
2023	5,2–8,6	6,80 ± 0,22	10,4–20,4	16,40 ± 0,72	0,37–1,07	0,77 ± 0,05	0,066–0,142	0,111 ± 0,005	1,36–2,98	2,42 ± 0,09	0,685–2,601	1,886 ± 0,146
<i>Многорядные образцы</i>												
2022	4,7–6,6	5,60 ± 0,14 ^Δ	26,9–42,5	34,20 ± 1,20 ^Δ	0,74–1,35	1,02 ± 0,05 ^Δ	0,126–0,264	0,183 ± 0,010 ^Δ	4,80–8,12	6,14 ± 0,22 ^Δ	4,368–9,182	6,255 ± 0,386 ^Δ
2023	4,6–8,7	5,90 ± 0,29	16,9–42,5	31,80 ± 1,91 ^Δ	0,33–1,70	1,02 ± 0,09 ^Δ	0,046–0,282	0,141 ± 0,009 ^Δ	1,36–7,62	3,83 ± 0,31 ^Δ	0,685–10,847	3,702 ± 0,458 ^Δ
<i>Среднее по коллекции</i>												
2022	4,7–9,3	6,20 ± 0,16	14,1–42,5	25,00 ± 1,57	0,52–1,35	0,87 ± 0,04	0,078–0,264	0,143 ± 0,008	2,10–8,12	4,20 ± 0,32	1,101–9,182	3,894 ± 0,414
2023	4,6–8,7	6,40 ± 0,19	10,4–42,5	23,50 ± 1,61	0,33–1,70	0,88 ± 0,05	0,046–0,282	0,141 ± 0,009	1,36–7,62	3,83 ± 0,31	0,685–10,847	3,702 ± 0,458

Примечание: * — различия по годам, ^Δ — различия между двурядными и многорядными образцами.

² Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР. 2012.

Многорядные образцы показали более высокую зависимость селекционных индексов от условий вегетационного сезона. При дефиците влаги на фоне повышенных температур в 2023 г. установлено снижение изученных индексов, особенно линейной плотности колоса и продуктивности растений (в 1,6–1,7 раза).

Наибольшая величина канадского индекса (> 0,200 г/см) среди многорядных ячменей отмечена в первый год исследования у пяти образцов: Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония); к-16026 (Казахстан); Белогорский 95, к-30449 (Россия); Местный, к-14950 (Таджикистан); Abyssinian 14, к-23504 (Нидерланды); во второй год у семи образцов: Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония); Wisconsin х 691-1 С.1.10513, к-23493 (США); к-16026 (Казахстан); Белогорский 95, к-30449 (Россия); Местный, к-14950 (Таджикистан); Abyssinian 14, к-23504 (Нидерланды); Местный, к-30367 (Сирия).

По индексу линейной плотности колоса в оба года исследования отмечены два образца — Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) и Белогорский 95, к-30449 (Россия), сформировавшие > 7 зерен на 1 см длины колоса.

Многорядные образцы значительно превосходили двурядные по индексу продуктивности растений, при этом > 7 шт. × г/см выявлено в 2022 г. у четырех образцов: Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония); к-16026 (Казахстан); Arni 7, к-25783 (Германия); Белогорский 95, к-30449 (Россия); Abyssinian 14, к-23504 (Нидерланды); в 2023 г. — у семи образцов: Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония); С.1. 11071, к-30711 (Перу); к-16026 (Казахстан); Arni 7, к-25783 (Германия); Белогорский 95, к-30449 (Россия); Abyssinian 14, к-23504 (Нидерланды); Местный, к-30367 (Сирия).

Следует отметить, что по усредненным данным между 2022 г. и 2023-м достоверных различий по изученным признакам продуктивности и индексам не обнаружено. На основании этого при характеристике коллекционного материала и отборе ценных генотипов ячменя рекомендуется учитывать принадлежность образцов к тому или иному подвиду.

В формировании урожайности зерна важная роль отводится признаку высоты растений. Показано, что низкорослые сорта с ранним сроком выколашивания и неглубокой корневой системой проявляют большую чувствительность к недостатку влаги в почве [20, 21]. При дефиците влаги на ранних этапах онтогенеза как двурядные, так и многорядные образцы ячменя формировали более низкорослые растения, при этом отмечено повышение их устойчивости к полеганию — от 4–8 баллов в 2022 г. до 5–9 баллов в 2023-м. Высота растений наряду с некоторыми признаками продуктивности

используется для расчета мексиканского индекса, индекса потенциала колоса и финско-скандинавского индекса (табл. 2).

В данном исследовании не обнаружено значительных различий по мексиканскому индексу в разные вегетационные сезоны по подвидам ячменя, но в среднем по коллекции индекс был выше в условиях дефицита влаги. Аналогичные результаты были получены К.А. Степановым и соавт. [22] на яровой мягкой пшенице, которыми было установлено снижение большинства изученных ими селекционных индексов при увеличении высоты растений, что свидетельствует о возрастании продукционного процесса с уменьшением высоты растений.

По величине индекса потенциала колоса и финско-скандинавскому индексу у двурядных образцов и в среднем по коллекции отмечено увеличение их значений с уменьшением высоты растений в стрессовых условиях 2023 г., тогда как у многорядных ячменей статистически значимые различия по годам установлены только по индексу потенциала колоса.

В более благоприятных условиях многорядные образцы уступали двурядным по индексу потенциала колоса и превосходили их по финско-скандинавскому индексу в оба года оценки.

Среди двурядных образцов в 2022 г. высокое значение мексиканского индекса 0,010 г/см отмечено у двух образцов — Черноградский 813, к-30453 (Россия) и Kneza 65, к-22809 (Венгрия); в 2023 г. максимальное значение этого индекса достигало 0,013 г/см у шести образцов: De pribtermpe, к-23491 (Франция), к-23339 (Германия), Черноградский 813, к-30453 (Россия), Kneza 65, к-22809 (Венгрия), Абалак, к-31201 (Россия), Msg 2 alb^{re} (chromosome 2), к-22733 (США).

У многорядного ячменя по соотношению массы зерна к высоте растения в 2022 г. выделены три образца с высоким значением: 0,016 г/см, к-16026 (Казахстан), 0,015 г/см Местный, к-14950 (Таджикистан), 0,014 г/см Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония); в 2023 г. — пять: Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) — 0,025 г/см; к-16026 (Казахстан) — 0,022 г/см; С.1. 10995, к-30630 (Перу) — 0,019 г/см; С.1. 11071, к-30711 (Перу) — 0,019 г/см; Местный, к-30367 (Сирия) — 0,018 г/см.

По индексу потенциала колоса в первый год оценки у двурядных образцов ячменя выделены три образца, у которых отношение длины колоса к высоте растения превышало 0,080 см/см: Местный, к-25008 (Эфиопия); De pribtermpe, к-23491 (Франция); H.2866 Coll.Halle EP80, к-23450 (Эфиопия). Во второй год к лучшим отнесены восемь образцов с индексом > 0,100 см/см: De pribtermpe, к-23491 (Франция); к-23339 (Германия);

Таблица 2. Оценка двурядных и многорядных образцов ячменя по селекционным индексам во взаимосвязи с высотой растений в разные годы исследования

Table 2. Evaluation of two-row and multi-row barley samples according to breeding indices in relation to plant height in different years of research

Год	Высота растений, см		Мексиканский индекс, г/см		Индекс потенциала колоса, см/см		Финско-скандинавский индекс, шт/см	
	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x	lim	X ± m _x
<i>Двурядные образцы</i>								
2022	76,3–116,4	94,30 ± 2,48	0,006–0,010	0,008 ± 0,003	0,062–0,087	0,072 ± 0,002	0,148–0,236	0,183 ± 0,005
2023	48,3–93,6	69,90 ± 2,67*	0,006–0,013	0,011 ± 0,001	0,084–0,116	0,099 ± 0,002*	0,146–0,328	0,238 ± 0,010*
<i>Многорядные образцы</i>								
2022	68,0–110,2	90,70 ± 2,90	0,007–0,016	0,011 ± 0,001	0,049–0,075	0,062 ± 0,002 Δ	0,280–0,541	0,380 ± 0,015 Δ
2023	46,0–83,5	66,70 ± 2,40*	0,005–0,025	0,013 ± 0,001	0,069–0,137	0,095 ± 0,003*	0,146–0,828	0,351 ± 0,027 Δ
<i>Среднее по коллекции</i>								
2022	68,0–116,4	92,70 ± 1,88	0,006–0,016	0,009 ± 0,001	0,049–0,087	0,068 ± 0,002	0,148–0,541	0,273 ± 0,018
2023	46,0–93,6	68,50 ± 1,81*	0,005–0,025	0,013 ± 0,001*	0,069–0,137	0,095 ± 0,003*	0,146–0,828	0,351 ± 0,027*

Примечание: * — различия по годам, Δ — различия между двурядными и многорядными образцами.

H.2866 Coll.Halle EP80, к-23450 (Эфиопия); Местный, к-26620 (Эфиопия); Зерноградский 813, к-30453 (Россия); Knezsza 65, к-22809 (Венгрия); Ача, к-30243 (Россия); Cosmos, к-21967 (Франция).

Многорядный ячмень в 2022 г. по величине индекса потенциала колоса уступал двурядному. К числу лучших отнесены четыре образца: С.І. 10975, к-30624 (Перу) — 0,072 см/см; С.І. 10995, к-30630 (Перу) — 0,075 см/см; Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) — 0,071 см/см; С.І. 11073, к-30663 (Перу) — 0,072 см/см. В 2023 году высокий индекс потенциала колоса отмечен у пяти образцов: С.І. 10975, к-30624 (Перу) — 0,105 см/см; С.І. 10995, к-30630 (Перу) — 0,137 см/см; Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) — 0,112 см/см; Dz02-129, к-22934 (Эфиопия) — 0,100 см/см; к-30370 (Ирак) — 0,102 см/см.

И.В. Сафонова, Н.И. Аниськов [12] указывают, что финско-скандинавский индекс позволяет дать характеристику генотипа по зернообразующей способности. По этому показателю среди двурядных образцов в относительно благоприятных условиях высокой величиной характеризовались: Comfort f8, к-24678 (США) — 0,212 шт/см; Зерноградский 813, к-30453 (Россия) — 0,236 шт/см; Cosmos, к-21967 (Франция) — 0,200 шт/см. В 2023 году выделены три образца: к-23339 (Германия) — 0,294 шт/см; Зерноградский 813, к-30453 (Россия) — 0,328 шт/см; Cosmos, к-21967 (Франция) — 0,291 шт/см. У многорядных образцов величина финско-скандинавского индекса была выше.

Высокую зернообразующую способность в 2022 г. имели образцы: С.І. 10995, к-30630 (Перу) — 0,416 шт/см; Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) — 0,541 шт/см; С.І. 11073, к-30663 (Перу) — 0,435 шт/см; к-30370 (Ирак) — 0,413 шт/см. В 2023 году выделены восемь образцов: С.І. 10995, к-30630 (Перу) — 0,550 шт/см; Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония) — 0,828 шт/см; к-30370 (Ирак) — 0,606 шт/см; С.І. 11071, к-30711 (Перу) — 0,572 шт/см; Arni 7, к-25783 (Германия) — 0,509 шт/см; Белогорский 95, к-30449 (Россия) — 0,568 шт/см; Dz02-163, к-22942 (Эфиопия) — 0,573 шт/см; Местный, к-30367 (Сирия) — 0,555 шт/см.

В.А. Воробьев и соавт. [23] указывают, что изучение селекционных индексов расширяет информацию о сорте. С помощью оценки одного или нескольких индексов и применения ранжирования сортов по этим индексам можно выделить наиболее урожайные и исключить из испытания менее продуктивные.

С целью выделения лучших образцов было проведено балловое ранжирование двурядного и многорядного ячменя по комплексу селекционных индексов. Индексы с наибольшими значениями получали высший балл (19) по количеству образцов у двурядного ячменя, 16 — у многорядного, с наименьшими — 1 балл. Максимальная сумма баллов, которую мог набрать отдельный образец по шести индексам, составляла 114 у двурядного и 96 у многорядного. По сумме баллов образцы были распределены на три группы: с высокими, средними и низкими баллами (у двурядного ячменя диапазон баллов, соответственно, составлял 76–114, 38–75, 1–37, у многорядного — 64–96, 32–63, 1–31 балл).

Анализ коллекционных образцов двурядного подвида ячменя позволил по сумме баллов отнести к лучшим по шесть образцов в оба года исследования, набравших в 2022 г. 78–103 балла и в 2023 г. 79–96 баллов.

Высокие результаты в оба вегетационных сезона показывали три образца: Зерноградский 813, к-30453 (Россия); Knezsza 65, к-22809 (Венгрия); Абалак, к-31201

(Россия). В группу со средними баллами (41–72 балла) в первый год исследования были отнесены десять образцов, во второй — семь, набравшие 55–75 баллов, среди которых отмечены четыре образца, стабильно входящие в эту группу: Ача, к-30243 (Россия); Dz02-404, к-22961 (Эфиопия); II-96b, к-23052 (Эфиопия); Арна, к-738 (Казахстан). Низкими индексами характеризовались в 2022 г. три образца с суммой баллов от 29 до 39, в 2023 г. — шесть образцов с баллами 20–35.

У многорядного ячменя в группу с высокими суммами баллов в оба года исследования отнесены три образца, во второй — четыре. Стабильно высокие результаты показал лишь один образец — Rokkaku-yabane, к-10986 (Япония), набравший в 2022 г. 83 балла, в 2023 г. 92 балла.

В относительно благоприятных условиях средними значениями индексов (36–63 балла) характеризовались 11 образцов, в условиях дефицита влаги и повышенных температур — 9 с суммой баллов от 32 до 63. В оба года оценки в эту группу по итогам ранжирования отнесены образцы: Dz02-163, к-22942 (Эфиопия); Abyssinian 14, к-23504 (Нидерланды); к-30370 (Ирак); С.І. 10995, к-30630 (Перу); Местный, к-14950 (Таджикистан); Wisconsin х 691-1 С.І. 10513, к-23493 (США).

Низкие результаты показали в 2022 г. два образца, набравшие 23–25 баллов, в 2023 г. — три с суммой баллов 19–28.

Таким образом, среди двурядного ячменя выделены образцы, происходившие из России, Венгрии, Германии, США, Франции, среди многорядного — из Японии, России, Германии, Казахстана, Перу, Сирии.

Группа с низкими значениями селекционных индексов у двурядного ячменя включала образцы из Эфиопии и Перу, у многорядного — из Эфиопии, Перу и Германии.

Лучшие образцы двурядного ячменя были представлены разновидностями *erectum*, *glabridificiens*, *nutans*, у многорядного — *brachyatherum*, *pallidum*, *parallelum*. Двурядные образцы с низкими значениями селекционных индексов относились к разновидностям *dupliatum*, *griseinudiinerve*, *macrolepis*, *rubrum*, *steudellii*, многорядные — *coeleste*, *himalaeynse*, *nigripallidum*, *violaceum*.

Сравнительный анализ изученных образцов ячменя по сумме баллов селекционных индексов показал значительное варьирование урожайности в зависимости от подвида и условий вегетации. У образцов двурядного ячменя с высокими суммами баллов урожайность в относительно благоприятных условиях изменялась от 142,2 до 379,3 г/м², в условиях стресса — от 18,9 до 221,9 г/м².

У многорядных образцов реакция на воздействие стрессовых факторов менее выражена, что подтверждается меньшим диапазоном варьирования: 307,7–365,6 г/м² — 2022 г., 102,2–151,7 г/м² — 2023 г.

В группе со средними значениями суммы баллов урожайность изменялась в широких пределах как у двурядного ячменя (198,8–439,8 г/м² — 2022 г., 12,8–455,4 г/м² — 2023 г.), так и у многорядного (65,7–454,8 г/м² — 2022 г., 65,8–218,1 г/м² — 2023 г. У образцов с низкими суммами баллов зерновая продуктивность была значительно ниже: у двурядных до 248,1 г/м² (2022 г.) и до 113,3 г/м² (2023 г.), у многорядных до 286,9 г/м² (2022 г.) и до 40,5 г/м² (2023 г.).

Корреляционный анализ позволяет дополнительно охарактеризовать особенности формирования продуктивности исследуемых образцов и способствует выявлению взаимосвязей между изучаемыми признаками.

У образцов двурядного ячменя в относительно

благоприятных условиях 2022 г. отмечена средняя прямая связь урожайности со всеми рассчитанными селекционными индексами ($r = 0,36-0,40$) (рис. 2).

Исключение составил индекс потенциала колоса, имеющий слабую обратную связь с исследуемым признаком ($r = -0,12$). У многорядных образцов отмечена слабая связь большинства селекционных индексов с урожайностью ($r = -0,16-0,25$). Средняя прямая связь выявлена с индексом линейной плотности колоса ($r = 0,30$) и финско-скандинавским индексом ($r = 0,32$).

По результатам корреляционного анализа в экстремальном по температурно-влажностному режиму 2023 г. установлено ослабление связи урожайности с индексами у двурядных образцов ярового ячменя: индекс потенциала колоса, канадский индекс и индекс линейной плотности колоса характеризовались слабой обратной связью ($r = -0,02-0,26$), индекс продуктивности растений и финско-скандинавский индекс — слабую прямую связь ($r = 0,05-0,09$). Стабильным по характеру выявленной связи являлся мексиканский индекс ($r = 0,35$).

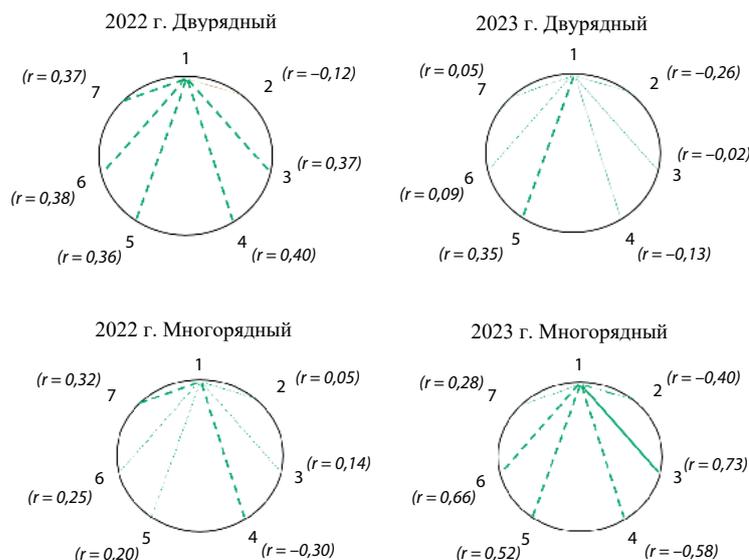
В условиях 2023 г. у многорядного ячменя изменялся характер корреляции урожайности с селекционными индексами. По сравнению с 2022 г. отмечено увеличение силы связи с канадским индексом ($r = 0,73$), индексом продуктивности растений ($r = 0,66$), индексом линейной плотности колоса ($r = 0,58$), мексиканским индексом ($r = 0,52$). Сопряженность урожайности с индексом потенциала колоса уменьшалась ($r = -0,40$).

Выводы/Conclusions

Значения селекционных индексов различались в зависимости от условий вегетации. Наибольшей стабильностью, как у двурядных, так и многорядных образцов ячменя, характеризовался мексиканский индекс, что необходимо учитывать при тестировании и отборе ценных генотипов. По усредненным данным не выявлено различий по годам исследования по канадскому индексу, индексу линейной плотности колоса, индексу

Рис. 2. Характер и сила связи урожайности с селекционными индексами у различных подвидов ячменя

Fig. 2. Nature and strength of the relationship between yield and breeding indices in various subspecies of barley



Примечание: 1 — урожайность; 2 — индекс потенциала колоса; 3 — канадский индекс; 4 — индекс линейной плотности колоса; 5 — мексиканский индекс; 6 — индекс продуктивности растений; 7 — финско-скандинавский индекс

продуктивности растения у двурядных образцов, в отличие от многорядных.

Индекс продуктивности растений позволяет получить больше информации о реакции на факторы окружающей среды и выявить различия между подвидами и образцами ячменя как в среднем за период исследования, так и в отдельные годы.

Установлено, что характер и сила связи урожайности с селекционными индексами изменяются в зависимости от тепло- и влагообеспеченности периодов вегетации растений.

У образцов многорядного ячменя установлено значительное усиление силы связи урожайности с канадским индексом ($r = 0,73$), индексом продуктивности растений ($r = 0,66$), индексом линейной плотности колоса ($r = 0,58$), мексиканским индексом ($r = 0,52$) в стрессовых условиях.

У двурядных образцов выявлено ослабление корреляции урожайности с данными индексами.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ «Адаптивная способность сельскохозяйственных растений в экстремальных условиях Северного Зуралья» № FEWZ-2021-0007.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation "Adaptive capacity of agricultural plants in extreme conditions of the Northern Urals" No. FEWZ-2021-0007.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Драгавцев В.А. Решения технологических задач селекционного повышения урожая, вытекающие из теории эколого-генетической организации количественных признаков. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2019; 132: 17–28. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.132.2019.02>
2. Zolkin A.L., Matvienko E.V., Pankratova L.A. The role of breeding centers and breed testing systems in the development of breeds with a wide potential for use. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "VAILOV READINGS-2023" (VVRD 2023)*. EDP Sciences. 2023; 67: 01004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236701004>

REFERENCES

1. Dragavtsev V.A. The answers of the breeding yield gain process tasks, that stem from the theory of an ecological - genetic implementation of quantitative traits. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2019; 132: 17–28 (in Russian). <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.132.2019.02>
2. Zolkin A.L., Matvienko E.V., Pankratova L.A. The role of breeding centers and breed testing systems in the development of breeds with a wide potential for use. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "VAILOV READINGS-2023" (VVRD 2023)*. EDP Sciences. 2023; 67: 01004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236701004>

3. Ivanova Yu., Fomina M., Bragina M., Pai O. Evaluation of promising lines of spring barley in the conditions of the northern Trans-Urals. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 09002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410809002>
4. Lipshin A. et al. The influence of agrotechnology on barley productivity in the republic of Khakassia. *E3S web of conferences. VIII International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. EDP Sciences. 2023; 390: 01022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001022>
5. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014; 8(2): 378–386. <https://www.elibrary.ru/sjcfbj>
6. Бобер А.В., Климовец М.Ю., Ребезов М.Б. Влияние условий выращивания и хранения на содержание белка в зерне ячменя. *Пища. Экология. Качество. Труды XVII Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет. 2020; 86–89. <https://www.elibrary.ru/tmtcfp>
7. Вертий Н.С., Титаренко А.В., Титаренко Л.П., Козлов А.А. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов. *Нива Поволжья*. 2016; (2): 9–15. <https://www.elibrary.ru/ypsmlt>
8. Степанова Н.А., Сидоренко В.С., Старикова Ж.В., Костромичева В.А. Определение продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных индексов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021; (3): 91–96. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-91-96>
9. Переvedentsev Ю.П., Гусаров А.В., Аухадеев Т.Р., Мирсаева Н.А., Шерстюков Б.Г., Лопух П.С. Мониторинг лесных пожаров на территории Приволжского федерального округа в последние десятилетия. *Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле*. 2022; (2): 149–157. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2022-32-2-149-157>
10. Драгавцев В.В. Эколого-генетическая организация полигенных признаков растений и теория селекционных индексов. *Молекулярная и прикладная генетика*. 2009; 9: 7–13. <https://www.elibrary.ru/veqidi>
11. Манукян И.Р., Басиева М.А., Абиев В.Б. Оценка продуктивности селекционных образцов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа. *Нива Поволжья*. 2018; (4): 78–83. <https://www.elibrary.ru/yskbzj>
12. Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Значимость комплексной оценки селекционных индексов и параметров стрессоустойчивости сортов озимой ржи. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (6): 16–26. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-16-26>
13. Petcu E., Vasilescu L., Viorel I. Grain size stability of a winter barley genotypes assortment under different seed rates. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021; 64(1): 520–526.
14. Баталова Г.А. Селекция растений в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012; (3): 20–25. <https://www.elibrary.ru/qcrsxd>
15. Батакова О.Б., Корелина В.А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя яровой *Hordeum vulgare* L. в условиях Крайнего Севера РФ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2017; 178(3): 50–58. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
16. Антимонов А.К., Антимонова О.Н. Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности прося посевного. *Аграрная наука*. 2023; (4): 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>
17. Асеева Т.А., Трифунтова И.Б. Изучение исходного материала зимующего овса в условиях Среднего Приамурья. *Агронаука*. 2023; 1(4): 33–41. <https://www.elibrary.ru/agkspw>
18. Мефодьев Г.А., Яковлева М.И. Сравнительная характеристика селекционных линий яровой тритикале по методу индексов. *Вестник Чувашского государственного аграрного университета*. 2023; (3): 18–23. <https://doi.org/10.48612/vch/zh1m-d7bz-7mnb>
19. Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Агроэкологическая оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим и адаптивным показателям. *Пермский аграрный вестник*. 2023; (1): 63–71. <https://www.elibrary.ru/tkijbp>
20. Козубовская Г.В., Балакшина В.И. Результаты экологического испытания сортов ячменя различных экоципов в засушливых условиях Волгоградской области. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018; 179(3): 60–67. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-60-67>
21. Чиганцев Н.П. Оптимизация параметров ценных признаков сортов ячменя в засушливых условиях выращивания. *Научно-агрономический журнал*. 2009; (2): 39–41. <https://www.elibrary.ru/yuavvn>
22. Степанов К.А., Чимкенова А.Е., Байбусынова Ж.М. Особенности структуры урожая и ее связь с продуктивностью у селекционных линий яровой мягкой пшеницы разных морфотипов в Восточном Казахстане. *Исследования, результаты*. 2021; (2): 205–216. <https://doi.org/10.37884/2-2021/20>
23. Воробьев В.А., Воробьев А.В. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(9): 37–39. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10909>
3. Ivanova Yu., Fomina M., Bragina M., Pai O. Evaluation of promising lines of spring barley in the conditions of the northern Trans-Urals. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 09002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410809002>
4. Lipshin A. et al. The influence of agrotechnology on barley productivity in the republic of Khakassia. *E3S web of conferences. VIII International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. EDP Sciences. 2023; 390: 01022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001022>
5. Surin N.A., Zobova N.V., Lyahova N.E. The genetic potential of barley in Siberia and its importance for breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014; 18(2): 378–386 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sjcfbj>
6. Bober A.V., Klimovets M.Yu., Rebezov M.B. Effect of growing and storage conditions on the protein content in barley grain. *Food. Ecology. Quality. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. Ekaterinburg: Ural State University of Economics. 2020; 86–89. <https://www.elibrary.ru/tmtcfp>
7. Vertiy N.S., Titarenko A.V., Titarenko L.P., Kozlov A.A. Plant breeding indexes in evaluation of barley-wheat hybrids. *Niva Povolzhya*. 2016; (2): 9–15 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ypsmlt>
8. Stepanova N.A., Sidorenko V.S., Starikova Zh.V., Kostromicheva V.A. Determination of the productivity of spring soft wheat based on breeding indices. *Legumes and grain crops*. 2021; (3): 91–96 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-91-96>
9. Perevedentsev Yu.P., Gusarov A.V., Aukhadееv T.R., Mirsaeva N.A., Sherstyukov B.G., Lopukh P.S. Monitoring of forest fires in the territory of the Volga Federal District in recent decades. *Bulletin of Udmurt University. Series: Biology. Earth Sciences*. 2022; (2): 149–157 (in Russian). <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2022-32-2-149-157>
10. Dragavtsev V.V. Ecologogenetic organization of polygenic traits of plants and the theory of selection indices. *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika*. 2009; 9: 7–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/veqidi>
11. Manukyan I.R., Basieva M.A., Abiev V.B. The evaluation of the productivity of breeding samples of winter wheat in the conditions of a foothill zone of the Central Caucasus. *Niva Povolzhya*. 2018; (4): 78–83 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yskbzj>
12. Safonova I.V., Aniskov N.I. The significance of a comprehensive assessment of breeding indices and parameters of stress resistance of winter rye varieties. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (6): 16–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-16-26>
13. Petcu E., Vasilescu L., Viorel I. Grain size stability of a winter barley genotypes assortment under different seed rates. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021; 64(1): 520–526.
14. Batalova G.A. Plant breeding in conditions of instability of agro-climatic resources. *Legumes and cereals*. 2012; (3): 20–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qcrsxd>
15. Batakova O.B., Korelina V.A. The effect of yield structure elements on spring barley *Hordeum vulgare* L. productivity in the environments of Russia's Extreme North. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2017; 178(3): 50–58 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
16. Antimonov A.K., Antimonova O.N. Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Agrarian science*. 2023; (4): 105–109 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>
17. Aseeva T.A., Trifuntova I.B. Study of the source material of wintering oats in the conditions of the Middle Amur Region. *Agroscience*. 2023; 1(4): 33–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/agkspw>
18. Methodiev G.A., Yakovleva M.I. Comparative characteristics of breeding lines of spring triticale by the index method. *Vestnik Chuvash State Agrarian University*. 2023; (3): 18–23 (in Russian). <https://doi.org/10.48612/vch/zh1m-d7bz-7mnb>
19. Safonova I.V., Aniskov N.I. Agroecological assessment of winter rye varieties by economic, biological and adaptive indicators. *Perm agrarian journal*. 2023; (1): 63–71 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tkijbp>
20. Kozubovskaya G.V., Balakshina V.I. The results of the ecological study of different ecotypes of spring barley varieties in the dry conditions of the Volgograd Province. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2018; 179(3): 60–67 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-60-67>
21. Chigantsev N.P. Optimisation of parameters of valuable traits of barley varieties in arid growing conditions. *Scientific agronomy journal*. 2009; (2): 39–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yuavvn>
22. Stepanov K.A., Chimkenova A.E., Baibusynova Zh.M. Features of the crop structure and its relation with productivity in breeding lines of spring bread wheat of different morphotypes in East Kazakhstan in 2020. *Research, results*. 2021; (2): 205–216 (in Russian). <https://doi.org/10.37884/2-2021/20>
23. Vorobyov V.A., Vorobyov A.V. Role of Selection Indices in Evaluation of Spring Wheat Productivity. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018; 32(9): 37–39 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10909>

ОБ АВТОРАХ

Денис Александрович Базюк

аспирант
bazjukdenis97@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7676-9260>

Анна Алексеевна Белозерова

кандидат биологических наук, доцент
anna-bel@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3948-5167>

Нина Анатольевна Боме

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры
bomena@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5467-6538>

Тюменский государственный университет,
ул. Володарского, 6, Тюмень, 625003 Россия

ABOUT THE AUTHORS

Denis Aleksandrovich Bazyuk

Graduate Student
bazjukdenis97@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7676-9260>

Anna Alekseevna Belozerova

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
anna-bel@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3948-5167>

Nina Anatolievna Bome

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Botany, Biotechnology and Landscape Architecture
bomena@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5467-6538>

University of Tyumen,
6 Volodarsky Str., Tyumen, 625003 Russia



23-25
октября
2024

- ЖИВОТНОВОДСТВО
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
- РАСТЕНИЕВОДСТВО
- КОРМОПРОИЗВОДСТВО
- ВЕТЕРИНАРИЯ
- ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
- ПРОДУКТЫ. НАПИТКИ. ОБОРУДОВАНИЕ
- СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА
- ПЕРЕРАБОТКА И СБЫТ
- КАДРЫ

**МЕРОПРИЯТИЯ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ СЕМИНАРЫ,
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ, СОВЕЩАНИЯ, ТРЕНИНГИ ПО РАЗВИТИЮ АПК**

Место проведения: г. Новокузнецк, ул. Автотранспортная, 51,
ВК «Кузбасская ярмарка», тел: +7 (3843) 32-11-16, 8-951-587-9690
www.kuzbass-fair.ru

