
ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

**Отбор перспективного исходного материала озимого ячменя
по методике комплексной оценки идентификаторов**

**Виктор Федорович Хлыстунов¹, Александра Александровна Донцова^{1✉},
Дмитрий Петрович Донцов¹, Роман Николаевич Брагин¹,
Эдуард Сергеевич Дорошенко¹, Надежда Михайловна Удинцова²**

¹Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Ростовская область, Россия

²Азово-Черноморский инженерный институт Донского государственного
аграрного университета, Зерноград, Ростовская область, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: doncova601@mail.ru

Аннотация

Цель исследований – комплексная оценка исходного материала озимого ячменя с целью отбора перспективных родительских форм для включения в программу гибридизации. В статье приведены данные по определению наиболее перспективных сортов и линий озимого ячменя коллекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», полученные в 2022–2024 гг. в результате проведения натурных экспериментов в лабораторных и полевых условиях. Посев 119 коллекционных образцов осуществляли осенью в оптимальные агротехнические сроки сеялкой Wintersteiger Plotseed с целью отбора наиболее перспективных (ценных) генотипов для использования в селекционных программах. Полевые опыты и наблюдения осуществлялись согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). В качестве анализа исследуемых сортов и селекционных линий использовали доработанную методику комплексной оценки результатов селекции озимого ячменя, разработанную в АНЦ «Донской» по 14 наиболее существенным признакам (идентификаторам). В результате структурирования массива данных по комплексному показателю в баллах для каждого образца в соответствии с предложенным алгоритмом выделения типичных зон по перспективности при анализе интегральной функции накопленных частот появления сорта или линии были выделены 4 зоны. Это самые перспективные (по количеству их оказалось 23, или 19,33% от общего количества), достаточно перспективные – 31 (26,05%), менее перспективные – 42 (35,29%), неперспективные – 23 (19,33%). Из первой группы можно отметить Парадиз, Banio, Cotanici, Факир и др., обладающие высокими показателями комплекса основных хозяйственно- ценных признаков и свойств. Самые перспективные образцы включены в программу гибридизации в 2025 г. с целью создания новых сортов озимого ячменя, обладающих комплексом хозяйственно- ценных признаков и свойств.

Ключевые слова

Ячмень озимый, сорт, селекция, методика, структурирование, алгоритм, функция

Благодарности

Исследования выполнены в рамках государственного задания в соответствии с планом научно-исследовательской работы ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской» на 2022–2024 гг. (№ 0505–2022–0002).

Для цитирования

Хлыстунов В.Ф., Донцова А.А., Донцов Д.П., Брагин Р.Н. и др. Отбор перспективного исходного материала озимого ячменя по методике комплексной оценки идентификаторов // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 4. С. 62–76.

GENETICS, BIOTECHNOLOGY, BREEDING AND SEED PRODUCTION

Selection of promising winter barley base lines using complex assessment of identifiers

Viktor F. Khlystunov¹, Aleksandra A. Dontsova¹✉, Dmitry P. Dontsov¹,
Roman N. Bragin¹, Eduard S. Doroshenko¹, Nadezhda M. Udintsova²

¹Agrarian Research Center “Donskoy”, Zernograd, Rostov Region, Russia

²Azov-Black Sea Engineering Institute – a branch of the Don State Agrarian University,
Zernograd, Rostov Region, Russia

✉Corresponding author: doncova601@mail.ru

Abstract

The study aimed to conduct a complex assessment of winter barley base lines to select promising parental lines for inclusion in a hybridization program. This article presents data from field and laboratory trials conducted between 2022 and 2024, identifying the most promising winter barley varieties and lines from the collection at the Agricultural Research Center “Donskoy”. In autumn, 119 collection samples were sown at optimal agronomic times using a Wintersteiger Plotseed seeder to select the most promising (valuable) genotypes for use in breeding programs. Field trials and observations were conducted according to the Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops (2019). The analysis of the studied varieties and breeding lines was performed using an improved methodology for complex assessment of winter barley breeding, developed at the ARC “Donskoy”, based on 14 key characteristics (identifiers). Structuring the data array using a complex scoring index for each sample, following a proposed algorithm to identify typical zones based on yield potential during analysis of the integrated frequency function of a variety or line, resulted in the establishment of four zones: 23 most promising samples (19.33% of the total), 31 promising samples (26.05% of the total), 42 less promising samples (35.29% of the total), and 23 unpromising samples (19.33% of the total). The most promising group included samples such as Paradiz, Banio, Cotanici, and Fakir, which exhibited high scores for a complex of key economically valuable traits and properties. These most promising samples will be included in the hybridization program in 2025 to develop new winter barley varieties with improved economically valuable traits and properties.

Keywords

Winter barley, variety, breeding, methodology, structuring, algorithm, function

Acknowledgments

This research was conducted under the state assignment within the research plan of the Agricultural Research Center “Donskoy” for 2022–2024 (No. 0505–2022–0002).

For citation

Khlystunov V.F., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Bragin R.N. et al. Selection of promising winter barley base lines using complex assessment of identifiers. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 4. P. 62–76.

Введение Introduction

Ячмень является универсальной культурой по направлениям использования: на зернофураж, зеленый корм, в пищевой и пивоваренной промышленности и др. Ячмень – четвертая культура по посевным площадям среди важнейших зерновых в мире после пшеницы, кукурузы и риса [1–4]. Зерно ячменя идет в основном на кормопроизводство (до 2/3 от всего урожая), пивоваренную промышленность и производство спирта (около 1/3), и лишь небольшой процент приходится на долю продовольственного, то есть применяемого для пищи человека [5]. Зерно ячменя является непревзойденным по своим кормовым достоинствам. В 1 кг ячменя содержится 100 г переваримого белка и 1,28 кормовой единицы. Это больше, чем в зерне овса и ржи [6].

Выращивание зерновых культур – это экономическая отрасль, на которую климатические изменения оказывают существенное влияние [7]. Ячмень обладает значительными преимуществами перед пшеницей в плане устойчивости. Он более приспособлен к неблагоприятным условиям – таким, как холод, засуха, засоленные и щелочные почвы, а также бедные питательными веществами земли [5]. На юге страны наблюдается значительная изменчивость абиотических и биотических факторов окружающей среды, что существенно влияет на уровень и стабильность урожайности ярового ячменя и других зерновых культур.

Стабильное производство зерна в любой стране базируется на умении использовать новейшие селекционные достижения. Основной задачей в настоящее время остается выведение высокоурожайных сортов ячменя с минимальной ответной реакцией на неблагоприятные факторы среды [8, 9]. Создание новых сортов, соответствующих необходимым параметрам, и эффективность селекционного процесса во многом зависят от разнообразия и изученности исходного материала, а также от научно обоснованного выбора родительских пар для скрещивания с местными сортами, наиболее адаптированными к условиям [10]. Включение в гибридизацию коллекционных образцов с различным эколого-географическим происхождением необходимо для получения перспективного селекционного материала, обладающего высокими урожайностью и качеством зерна, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам [11].

Отбор родительских форм для скрещивания ячменя является одним из ключевых этапов селекционной работы. Этот процесс требует тщательного подхода и учета множества факторов. Успех селекционной работы во многом зависит от правильного выбора родительских форм и учета всех факторов, влияющих на эффективность скрещивания [12]. Чтобы получить ценный гибридный материал, крайне важно использовать в скрещивании образцы из коллекций, представляющие разные экологические и географические зоны. Использование в селекции сортов с разнообразным генетическим составом позволяет создать гибриды с широким набором полезных характеристик [13].

Цель исследований: комплексная оценка исходного материала озимого ячменя с целью отбора перспективных родительских форм для включения в программу гибридизации.

Методика исследований Research method

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- доработать методику комплексной оценки результатов селекции озимого ячменя;
- рассчитать комплексный показатель оценки по наиболее существенным селекционным признакам;
- проранжировать числовой массив комплексного показателя по исследуемым образцам;

– провести структурирование проранжированного числового массива и определить группы по перспективности для отбора наиболее ценных генотипов озимого ячменя.

Исследования проводили в 2022–2024 гг. в ФГБНУ АНЦ «Донской» (Зерноград, Зерноградский район, Ростовская область) (далее – Центр) в полевых и лабораторных условиях для 119 коллекционных сортов озимого ячменя. Посев проводили в оптимальные сроки сеялкой Wintersteiger Plotseed, с площадью учетной делянки 10 м². Повторность – однократная. В качестве стандарта использовался сорт местной селекции Тимофей, который располагался через каждые 20 номеров. Уборку осуществляли механизированным способом комбайном Wintersteiger Classic.

Учеты, наблюдения и оценки селекционного материала проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [14] и Методическим указаниям ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса [15]. Математическую обработку полученных данных производили по методике Б.А. Доспехова [16].

Оценку селекционных свойств в целом осуществляли после доработки в соответствии с ранее разработанной методикой комплексной оценки результатов селекции озимого ячменя по 14 наиболее существенным признакам (идентификаторам) [17]. При этом комплексный показатель оценки каждого сорта рассчитывали по формуле:

$$B_j = \sum_{i=1}^{14} B_{i\vartheta} * \frac{B_{ij}}{B_{i\vartheta}}, \quad (1)$$

где $B_{i\vartheta}$ – оценки i -го признака у эталонного сорта, балл; B_{ij} – значение в абсолютном оцифрованном выражении i -го признака у j -го сравниваемого сорта (линии); $B_{i\vartheta}$ – значение в абсолютном оцифрованном выражении i -го признака у эталонного сорта.

После этого провели ранжирование полученных значений комплексного показателя всей совокупности рассматриваемых сортов и линий [18] в порядке убывания от самого большого до наименьшего значений.

Рассматривая комплексный показатель как случайную величину, многомерную переменную величину – идентификатор, одновременно несущую информацию о временном промежутке его формирования и об относительной вероятности этого события в пределах вариационного ряда, можно получить эмпирическую (интегральную) функцию распределения накопленных частот:

$$F(x) \begin{cases} F(x_1) + \sum_{i=2}^N \frac{x_i}{\sum_{i=2}^N x_i} \\ F_1 = \frac{x_1}{\sum_{i=2}^N x_i}, \end{cases} \quad (2)$$

где X_i – ранг i -го признака; i – порядковый номер сорта после ранжирования; N – общее количество ранжированных сортов (119).

Согласно [18], характер протекания этой функции отражает рост вероятности появления сортов с увеличением их количества. Поскольку комплексные показатели оценки сортов проранжированы в соответствии с частотой их появления, то относительно резкое возрастание $F(x)$ вначале сменяется более плавным, асимптотически приближаясь в конце к единице. В связи с этим можно выделить несколько областей формирования интегральной функции $F(x)$:

– первая – область, где темп нарастания $F(x)$ комплексного показателя больше среднего темпа нарастания этого показателя по всей совокупности;

– вторая – область, где темп нарастания $F(x)$ меньше среднего темпа нарастания показателя по всей совокупности.

Соответственно с этими областями через комплексные показатели сорта относят к перспективным и малоперспективным для дальнейшего использования. Аналогично рассматривая каждую область, подразделяем их, соответственно, следующим образом:

- самые перспективные;
- достаточно перспективные;
- менее перспективные;
- неперспективные.

В связи с этим предложен алгоритм (рис. 1) выделения данных типичных значений.

Описание блок-схемы алгоритма. После ввода массива исходной информации $\{x_i\}$ (блок 1) в блоке 2 исходный массив ранжируют в порядке убывания значений x_i . В блоке 4, являющемся условным оператором, происходит сравнение текущего номера i рассматриваемой переменной x_i с общим количеством введенных переменных N . Если выполняется условие «Да», то значения суммируются в блоке 5. В противном случае выполняется условие «Нет», то есть все значения x_i рассмотрены. Тогда в блоке 7 вычисляют гипотетический темп формирования массива – Δ в предположении того, что каждое значение вносит одинаковый вклад в общую совокупность. На самом деле существуют переменные, которые вносят больший вклад по сравнению со средним темпом. Для выделения этих переменных организуется новый цикл (блоки 9–15). Предварительно в блоке 8 обнуляется счетчик количества наиболее значимых величин-идентификаторов S . В блоке 11 определяют величину δ_i (доля каждого значения x_i в общей совокупности). В блоке 12 происходит сравнение доли, вносимой каждой переменной, со средним темпом Δ .

Если $\delta_i > \Delta$, то в блоке 13 происходит накопление долей наиболее значимых переменных. В блоке 14 определяют их количество в общей совокупности.

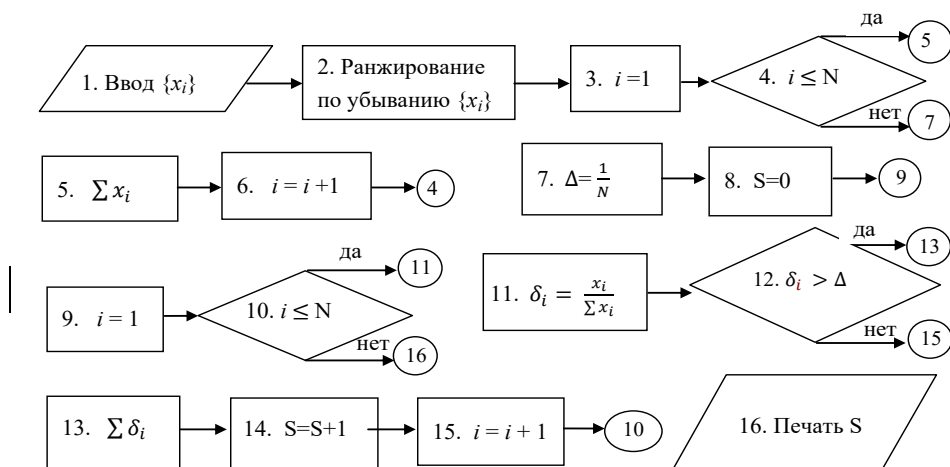


Рис. 1. Блок-схема алгоритма метода выделения типичных элементов массива

Figure 1. Block diagram illustrating the algorithm for selecting typical elements of a data array

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

По полученным данным, используя в качестве эталонного показатели оценки по каждому из 14 существенных признаков сорта озимого ячменя Тимофей селекции АНЦ «Донской», рассчитали значения комплексного показателя для всех коллекционных сортов озимого ячменя в 2022–2024 гг. (табл. 1).

Далее эти данные свели в таблицу 2.

Таблица 1

Результаты расчета комплексного показателя оценки хозяйственно-ценных признаков и свойств коллекционных сортов озимого ячменя (фрагмент)

Table 1

Results of calculations of complex indicator of assessment of economically valuable traits and properties for winter barley collection varieties (fragment)

№ п/п	Наименование признаков	Б _{ис} , балл	Оциф- рован- ное зна- чение В _{ис}	Наименование сорта, линии					
				1. Тимофей			2. Маруся		
				В _{ис}	$\frac{B_{ij}}{B_{i\bar{y}}}$	Б _{ис}	В _{ij}	$\frac{B_{ij}}{B_{i\bar{y}}}$	Б _{ij}
1	Урожай зерна (к контролю), %	9,74	100	100	1,00	9,74	106,35	1,06	10,36
2	Зимостойкость полевая, %	9,37	100	100	1,00	9,37	100,00	1,00	9,37
3	Устойчивость к полеганию, %	8,35	76,7	76,7	1,00	8,35	70,00	0,91	7,62
4	Морозоустойчивость (при –4 °С), %	8,03	66,2	66,2	1,00	8,03	57,73	0,87	7,00
5	Кустистость продуктивная (количество стеблей), шт.	7,07	2,2	2,2	1,00	7,07	2,06	0,94	6,63
6	Число колосьев на 1 м ² , шт.	6,85	480	480	1,00	6,85	453,67	0,95	6,47
7	Масса 1000 зерен, г	6,75	39,7	39,7	1,00	6,75	44,83	1,13	7,62
8	Продолжительность периода вегетации (интервал между расчетным и фактическим значениями), дн	6,75	50	50	1,00	6,75	52,33	1,05	7,07
9	Устойчивость к карликовой ржавчине, %	6,58	96,7	96,7	1,00	6,58	93,33	0,97	6,35
10	Масса зерна с колоса, г	6,42	2,3	2,3	1,00	6,42	2,42	1,05	6,76
11	Устойчивость к сетчатому гельминтоспориозу, %	6,37	70,8	70,8	1,00	6,37	66,67	0,94	6,00
12	Масса зерна с растения (% к контролю), %	6,16	100	100	1,00	6,16	98,72	0,99	6,08
13	Содержание сырого белка (в зерне), %	6,05	10,7	10,7	1,00	6,05	11,33	1,06	6,40
14	Устойчивость к мучнистой росе, %	5,51	75	75	1,00	5,51	70,83	0,94	5,20
Сумма баллов (комплексный показатель), Б _l		100,00				100,00			98,94

Таблица 2

**Результаты определения показателя комплексной оценки
коллекционных сортов озимого ячменя**

Table 2

**Results of determining the index of complex assessment
for winter barley collection varieties**

№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов	№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов
1	78	Парадиз	104,52	44	105	Explorer 4/2	97,19
2	55	Banio	103,07	45	14	Безостый 1954	97,17
3	47	Cotanici	103,05	46	107	Comanche	97,11
4	18	Факир	102,55	47	119	Vectra	97,11
5	82	Индиана	102,46	48	117	Novosadski 329	97,07
6	20	Секрет	102,01	49	40	Docile	96,96
7	48	Росса	101,43	50	112	Cita	96,85
8	45	Baraka	101,20	51	109	Rebelle	96,76
9	21	Козырь	101,19	52	83	Нати	96,41
10	57	HVW 706/74	101,02	53	9	Квант	96,10
11	80	Версаль	100,81	54	99	Мироновский 93	95,97
12	19	Вавилон	100,42	55	96	Explorer 5	95,96
13	10	Паллидум 1899	100,09	56	108	Elara	95,86
14	12	Безостый 2074	100,04	57	30	Фермер	95,81
15	34	Хоббит	100,01	58	89	Зенит	95,77
16	1	Тимофей	100,00	59	103	Explorer 3	95,76
17	62	Willis	99,80	60	106	Wintwalt	95,75
18	22	Радикал	99,63	61	95	Amarene	95,70
19	79	Лайз	99,47	62	11	Безостый 2073	95,62
20	59	HVW 743/74	99,30	63	85	Anthere	95,55

№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов	№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов
21	13	Безостый 2014	99,19	64	42	Esterel	95,54
22	23	Кондрат	99,07	65	72	Изгрев	95,53
23	58	HVW 738/74	98,99	66	74	H-5602	95,52
24	2	Маруся	98,94	67	50	Tokyo	95,45
25	51	Cornelia	98,77	68	5	Жигули	95,37
26	25	Добрыня 3	98,63	69	88	Веслец	95,33
27	27	Метелица	98,62	70	101	KWS-2-234	95,27
28	111	HVW 1427	98,55	71	8	Ростовский 55	95,22
29	24	Аванс РФ	98,51	72	43	Azurel	95,20
30	49	Уши	98,38	73	44	Oribi	94,97
31	39	KWS-Scala	98,34	74	26	Прикумский 85	94,97
32	116	Frost	98,24	75	84	Pamunkey	94,90
33	3	Гранд	98,16	76	63	Callao	94,87
34	73	Плейзант	97,99	77	61	Post	94,87
35	114	Tiffani	97,75	78	100	Густ	94,81
36	81	Шелк	97,72	79	15	Параллелум 1963	94,80
37	113	Nixe	97,69	80	28	Абориген	94,80
38	102	KWS-Hiskory	97,62	81	87	Elfe	94,70
39	33	Тату	97,60	82	31	Днистер	94,69
40	54	Corona	97,48	83	66	Fenese	94,68
41	32	Золак	97,42	84	76	Сельхоз	94,64
42	60	HVW 837/78	97,27	85	71	Жерун	94,62

№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов	№ после ранжи- рования	№ п/п	Сорт	Кол-во баллов
43	53	Andrea	97,20	86	65	Cello	94,49
87	52	HVW 36/72	94,49	104	37	6577CH	91,87
88	36	Vanessa	94,48	105	17	Премьер	91,71
89	86	Duet	94,43	106	91	М 1906/215	91,46
90	115	Gypsi	94,36	107	16	Тигр	91,17
91	98	Одесский 167	94,03	108	41	Caprice	91,16
92	104	Explorer 8	93,79	109	64	Perkins	90,81
93	46	Окал	93,72	110	110	Kamil	90,37
94	118	Posaune	93,67	111	94	Pennco	90,07
95	4	Ростовский 908	93,64	112	69	Karisma	89,81
96	38	18513ЕН11	93,54	113	67	Novosadski 331	89,79
97	6	Рандеву	93,35	114	75	Агроферм	89,44
98	35	Nectaria	93,17	115	90	Penhred	89,35
99	29	Синельниковский 56	93,16	116	77	Анафелин	89,34
100	97	Артель	92,23	117	68	Sombrero	89,14
101	7	Донской 11	92,22	118	70	Romy	88,22
102	56	Punch	92,18	119	92	М 1701/290/48	85,71
103	93	Monroe C.I. 15691	92,13				

Для реализации разработанного алгоритма структурирования числового массива комплексного показателя для рассматриваемых коллекционных сортов озимого ячменя выполнили ранжирование этих показателей (рис. 2).

После построения интегральной функции накопленных частот (рис. 3) реализовали разработанный алгоритм (рис. 1) и провели структурирование этой функции, получив 4 характерные группы коллекционных сортов.

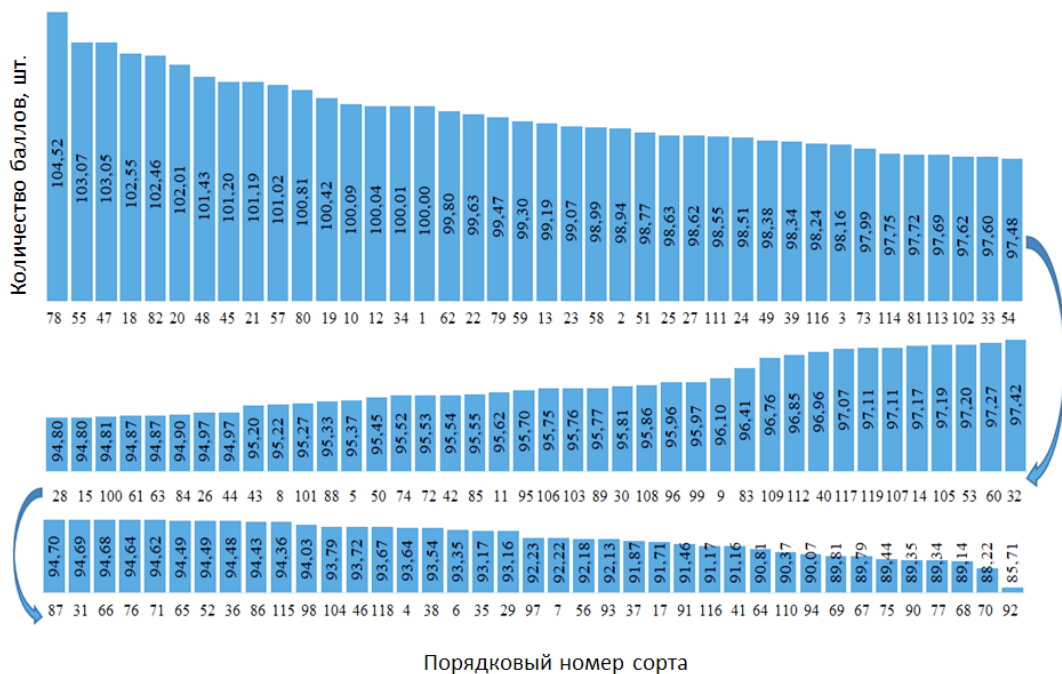


Рис. 2. Диаграмма ранговой оценки по комплексному показателю коллекционных сортов озимого ячменя

Figure 2. Ranking assessment diagram for the complex indicator of winter barley collection varieties

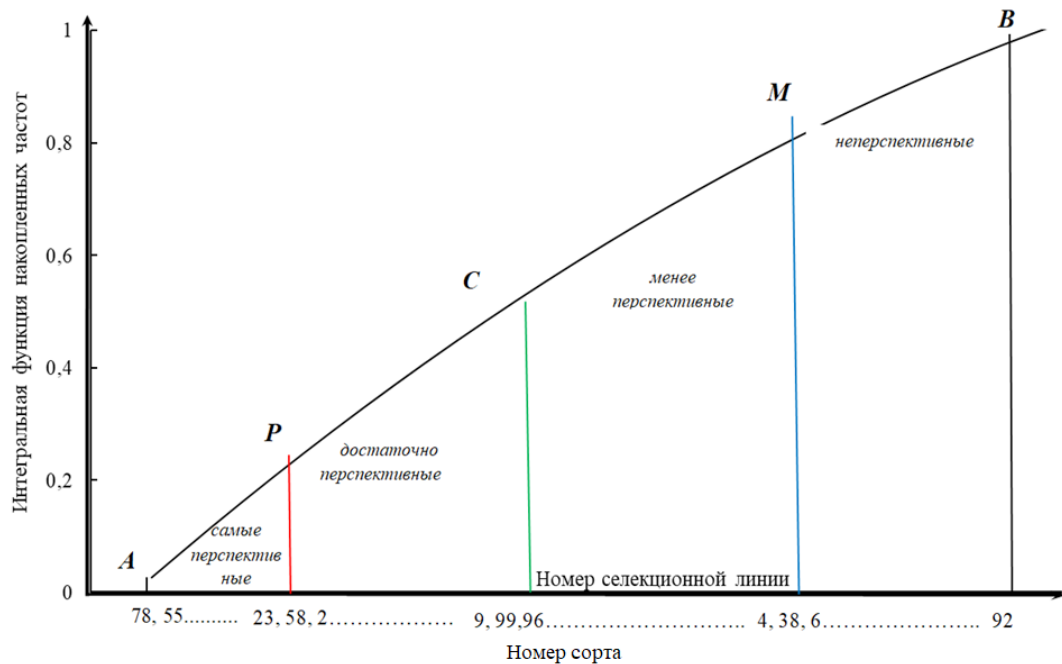


Рис. 3. Результаты структурирования коллекционных сортов озимого ячменя по интегральной функции накопленных частот

Figure 3. Structuring winter barley collection varieties based on the integrated frequency function

С использованием описанного алгоритма и запатентованного программного обеспечения [19, 20] на всем исследуемом интервале значений от 1 до 119 (от точки А до точки В) была найдена точка С. На этом этапе $N = 119$, $\sum x_i = 11419,93$, $\Delta = \frac{1}{119} = 0,0084$.

Условию $\delta_i > \Delta$ отвечают первые 54 элемента (табл. 1).

Далее, используя описанный алгоритм, но уже на интервале от 1 до 54 (от точки А до точки С), нашли точку Р. На этом этапе $N = 54$, $\sum x_i = 5344,9103$, $\Delta = \frac{1}{54} = 0,0185185$. Условию $\delta_i > \Delta$ отвечают первые 23 элемента (табл. 1).

Затем, следуя описанному алгоритму на интервале от 55 до 119 (от точки С до точки В), нашли точку М. На этом этапе $N = 65$, $\sum x_i = 6075,0178$, $\Delta = \frac{1}{65} = 0,0153846$. Условию $\delta_i > \Delta$ отвечают элементы с 55 до 96 (табл. 1).

Результаты структурирования коллекционных сортов ячменя по интегральной функции накопленных частот изображены на рисунке 3, где интервал АР (от 1 до 23 элемента) – самые предпочтительные сорта; интервал РС (от 24 до 54 элемента) – достаточно предпочтительные сорта; интервал СМ (от 55 до 96 элемента) – менее предпочтительные сорта; интервал МВ (от 97 до 119 элемента) – неpreferируемые сорта.

Первая группа (самые перспективные) представлена 23 сортами. Это Парадиз, Banio, Cotanici, Факир, Индиана, Секрет, Росса, Baraka, Козырь, HVW 706/74, Версаль, Вавилон, Паллидум 1899, Безостый 2074, Хоббит, Тимофей, Willis, Радикал, Лайз, HVW 743/74, Безостый 2014, Кондрат, HVW 738/74.

К группе достаточно перспективных отнесен 31 сорт, следующий по рангу за группой самых перспективных, и среди них в первую очередь – Маруся, Cornelia, Добрыня 3, Метелица, HVW 1427, Аванс РФ и далее. Группу замыкают Нати, Квант, Мироновский 93. В целом же группа самых перспективных составляла от всей совокупности сортов 19,33% (по количеству) и 20,31% (по весомости), а достаточно перспективные – 26,0% и 26,49% соответственно.

В группе менее перспективных больше всего коллекционных сортов – 42. Эта группа начинается сортами Explorer 5, Elara, Фермер, Zenit, Explorer 3 и завершается сортами Окал, Posaune, Ростовский 908 и 18513ЕН11. По количеству на их долю приходится 35,29%, а по весомости – 34,92%.

Группа неперспективных сортов, как и самых перспективных, составляла 23 единицы. Среди них – Рандеву, Nectaria, Синельниковский 56, Артель, ..., Penhred, Анафелин, Sombrero, Romy, M 1701/290/48.

Выводы

Conclusions

Используя уточненную, ранее разработанную в АНЦ «Донской» методику комплексной оценки результатов селекции озимого ячменя, провели структурирование статистического массива комплексного показателя, рассчитанного по существенным признакам для каждого из 119 коллекционных сортов, различного эколого-географического происхождения. В результате были установлены самые перспективные, достаточно перспективные, менее перспективные и неперспективные коллекционные сорта для дальнейших исследований и практического применения в программе гибридизации. По количеству это составило 23 (19,33%), 31 (26,05%), 49 (35,29%) и 23 (19,33%) шт. соответственно.

Список источников

1. Лукина К.А., Ковалева О.Н., Лоскутов И.Г. Голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022. Т. 26, № 6. С. 524–536. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-64>
2. Гольдварг Б.А., Боктаев М.В., Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Экологическое испытание сортов озимого ячменя в условиях Республики Калмыкия // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 3. С. 48–51. <https://doi.org/10.31367/20798725-2020-69-3-48-51>
3. Филиппов Е.Г., Брагин Р.Н., Донцова А.А., Донцов Д.П. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя // *Таврический вестник аграрной науки*. 2021. № 3 (27). С. 172–179. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-3-27-172-179>
4. Сухарев А.А., Овсянникова Г.В., Копман И.К. Урожайность озимого ячменя в южной зоне Ростовской области при посеве по предшественнику подсолнечник с разными нормами высева // *Зерновое хозяйство России*. 2024. № 16 (5). С. 101–107. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-94-5-101-107>
5. Розанова И.В., Хлесткина Е.К. NGS-секвенирование в селекционно-генетических исследованиях ячменя // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020. Т. 24, № 4. С. 348–355. <https://doi.org/10.18699/VJ20.627>
6. Алабушев А.В., Попов А.С., Лысенко А.А., Яценко В.А. Урожайность и качество сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4. С. 21–24. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-21-24>
7. Романенков В.А., Павлова В.Н., Беличенко М.В. Агротехнологические возможности управления климатическими рисками при возделывании зерновых культур // *Агрохимия*. 2022. № 12. С. 19–30. <https://doi.org/10.31857/S0002188122120110>
8. Левакова О.В., Дедушев И.А., Ерошенко Л.М., Ромахин М.М. и др. Влияние агрометеорологических изменений климата на зерновую продуктивность ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // *Юг России: экология, развитие*. 2022. Т. 17, № 1. С. 128–135. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-1-128-135>
9. Eroshenko L.M., Levakova O.V., Gladysheva O.V., Gureeva E.V. et al. The elements of productivity and their contribution to high level of crop yield. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;843:012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/843/1/012005>
10. Андреев А.А., Драчева М.К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса // *Зерновое хозяйство России* // 2019. № 4 (64). С. 42–45. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45>
11. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А. и др. Адаптивный потенциал ячменя Восточно-Сибирской селекции // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. № 5. С. 28–31. EDN: ZCPUQL
12. Зайцева И.Ю., Щенникова И.Н. Генетические ресурсы для приоритетных направлений селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2023. № 3. С. 73–86. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-3-73-86>
13. Щенникова И.Н., Шешегова Т.К., Кокина Л.П., Зайцева И.Ю. и др. Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона: Методические указания / Под ред. Г.А. Баталовой. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2022. 28 с. EDN: VQMLCJ
14. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. Москва, 2019. Вып. 1. 329 с.
15. *Методические указания ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса*. Санкт-Петербург, 2012. 63 с.

16. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Москва: Альянс, 2011. 351 с. EDN: QLCQEP

17. Хлыстунов В.Ф., Донцова А.А., Донцов Д.П. Анализ перспективных линий озимого ячменя по методике комплексной оценки селекционных идентификаторов ячменя // *Зерновое хозяйство России*. 2024. № 16 (3). С. 60–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-92-3-60-67>

18. Khlistunov V., Kopteva N., Filippov Y., Udintsova N. Results of the Development of the Integrated Evaluation of the Winter Barley Breeding Identifiers. *E3S Web Conf.* 2023;431(5):01050. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202343101050>

19. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 202369614 (Российская Федерация). Программа определения весомости признаков при анализе различных предметных областей / В.П. Димитров, В.Ф. Хлыстунов, Л.В. Борисова, А.Т. Черняев. 2023.

20. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2023667053. Программа для структурирования статистического массива величин идентификатора (Российская Федерация) / В.Ф. Хлыстунов, Н.А. Коптева, В.П. Димитров и др. 2023.

References

1. Lukina K.A., Kovaleva O.N., Loskutov I.G. Naked barley: taxonomy, breeding, and prospects of utilization. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;26(6):524-536. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-64>

2. Goldvarg B.A., Boktaev M.V., Filippov E.G., Dontsova A.A. Ecological testing of the winter barley varieties in the conditions of the Republic of Kalmykia. *Grain Economy of Russia*. 2020;(3):48-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/20798725-2020-69-3-48-51>

3. Filippov E.G., Bragin R.N., Dontsova A.A., Dontsov D.P. Assessment of ecological plasticity and stability of spring barley varieties. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021;(3(27)):172-179. (In Russ.) <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-3-27-172-179>

4. Sukharev A.A., Ovsyannikova G.V., Kopman I.K. Winter barley productivity in the southern part of the Rostov region when sowing sunflower as a forecrop with different seeding rates. *Grain Economy of Russia*. 2024;(16(5)):101-107. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-94-5-101-107>

5. Rozanova I.V., Khlestkina E.K. NGS sequencing in barley breeding and genetic studies. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(4):348-355. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJ20.627>

6. Alabushev A.V., Popov A.S., Lysenko A.A., Yatsenko V.A. Productivity and quality of winter wheat varieties in the Eastern part of the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2018;(4):21-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-21-24>

7. Romanenkov V.A., Pavlova V. N., Belichenko M.V. Agrotechnological possibilities of climate risk management in the cultivation of grain crops. *Agrohimiya*. 2022;(12):19-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002188122120110>

8. Levakova O.V., Dedushev I.A., Eroshenko L.M., Romakhin M.M. et al. Influence of agrometeorological climate changes on grain productivity of spring barley in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation. *South of Russia: Ecology, Development*. 2022;17(1):128-135. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-1-128-135>

9. Eroshenko L.M., Levakova O.V., Gladysheva O.V., Gureeva E.V. et al. The elements of productivity and their contribution to high level of crop yield. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;843:012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/843/1/012005>

10. Andreev A.A., Dracheva M.K. The estimation of adaptability of spring barley varieties and the selection of parental forms for a breeding process. *Grain Economy of Russia*. 2019;(4(64)):42-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45>
11. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. Adaptive potential of barley of East Siberian breeding. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*. 2017;31(5):28-31. (In Russ.)
12. Zaytseva I.Yu., Schennikova I.N. Genetic resources for priority concepts of spring barley breeding in the Volga-Vyatka Region. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023;(3):73-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-3-73-86>
13. Shchennikova I.N., Sheshhegova T.K., Kokina L.P., Zaytseva I.Yu. et al. *Bioresources of spring barley for breeding new commercial varieties under the conditions of the Volga-Vyatka Region: methodological guidelines*. Ed. by G.A. Batalova. Kirov, Russia: Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitskogo, 2022:28. (In Russ.)
14. *Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue No. 1*. Moscow, Russia, 2019:329. (In Russ.)
15. *Methodical instructions of VIR for the study of the world collection of barley and oats*. St. Petersburg, Russia, 2012:63. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiment: a textbook*. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:351. (In Russ.)
17. Khlystunov V.F., Dontsova A.A., Dontsov D.P. Results of estimating promising winter barley varieties and lines. *Grain Economy of Russia*. 2024;(16(3)):60-67 (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-92-3-60-67>
18. Khlystunov V., Kopteva N., Filippov Y., Udintsova N. Results of the Development of the Integrated Evaluation of the Winter Barley Breeding Identifiers. *E3S Web Conf*. 2023;431(5):01050. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202343101050>
19. Certificate of Official Registration of Computer Program No. 202369614 (Russian Federation). Program for determining the weight of features in the analysis of various subject areas. Dimitrov V.P., Khlystunov V.F., Borisova L.V., Chernyaev A.T., 2023. (In Russ.)
20. Certificate of Official Registration of Computer Program No. 2023667053 (Russian Federation). Program for structuring a statistical array of identifier values. Khlystunov V.F., Kopteva N.A., Dimitrov V.P., Chernyaev A.T. et al., 2023. (In Russ.)

Сведения об авторах

Виктор Федорович Хлыстунов, д-р техн. наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»; 347740, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; <https://orcid.org/0000-0002-8715-0655>

Александра Александровна Донцова, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»; 347740, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: dontsova601@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6570-4303>

Дмитрий Петрович Донцов, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»; 347740, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: dontsov1324@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9253-3864>

Роман Николаевич Брагин, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»;

347740, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: braginroman40@ya.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4617-751X>

Эдуард Сергеевич Дорошенко, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»; 347740, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: doroshenko.eduard.91@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0787-9754>

Надежда Михайловна Удинцова, канд. техн. наук, доцент кафедры математики и биоинформатики, Азово-Черноморский инженерный институт, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»; 347740, Российская Федерация, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21; e-mail: Udinczowa@yandex.ru

Information about the authors

Viktor F. Khlystunov, DSc (Eng), Professor, Agrarian Research Center “Donskoy”; 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-8715-0655>

Aleksandra A. Dontsova, CSc (Agr), Leading Research Associate, Agrarian Research Center “Donskoy”; 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; e-mail: doncova601@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6570-4303>

Dmitriy P. Dontsov, CSc (Ag), Leading Research Associate, Agrarian Research Center “Donskoy”; 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; e-mail: dontsov1324@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9253-3864>

Roman N. Bragin, Junior Research Associate, Agrarian Research Center “Donskoy”; 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; e-mail: braginroman40@ya.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4617-751X>

Eduard S. Doroshenko, CSc (Ag), Research Associate, Agrarian Research Center “Donskoy”; 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; e-mail: doroshenko.eduard.91@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0787-9754>

Nadezhda M. Udintsova, CSc (Eng), Associate Professor at the Department of Mathematics and Bioinformatics, Azov-Black Sea Engineering Institute – a branch of the Don State Agrarian University; 21 Lenina St., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russian Federation; e-mail: Udinczowa@yandex.ru