

DOI 10.22363/2312-797X-2021-16-1-42-53
УДК 664.617:633.13:1.925.116

Научная статья / Research article

Скрининг сортов овса омской селекции для условий южной лесостепи Западной Сибири

О.А. Юсова^{1*}, П.Н. Николаев¹, Н.И. Аниськов², И.В. Сафонова²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

*ksanajusva@rambler.ru

Аннотация. Среди зерновых культур яровой овес по значимости — одна из жизненно важных, хорошо приспособленных к условиям Западной Сибири культура. Для реализации качественных и количественных признаков урожайности и повышения продуктивности новые сорта должны характеризоваться отзывчивостью на изменяющиеся факторы внешней среды (адаптивностью) с достаточной потенциальной продуктивностью и способностью реализовать ее даже в стрессовых условиях этого региона. Цель исследований — определение адаптивных свойств сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра (Омского АНЦ). Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2011—2019 гг. на опытных полях Омского АНЦ, расположенных в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Рассчитаны коэффициент стрессоустойчивости K_{σ} по А.В. Быкову, показатель гомеостатичности $Ном$ по В.В. Хангильдину, селекционная ценность сорта S_c по Н.А. Орлянскому, генотипический эффект E , по Б.П. Гурьеву, коэффициент вариации V и коэффициент выравнивания B по Б.А. Доспехову, показатель устойчивости индекса стабильности $У$ по Р.А. Удачину и П.А. Головченко, показатель эффекта реакции сортов на условия среды $Эр$ по В.В. Новохатину, эквалента пластичности W_i по С. Wricke. С использованием значительного количества показателей для получения окончательной оценки адаптивности проведено ранжирование сортов. Повышенной адаптивностью обладают стандарт пленчатой группы Орион, сорта Иртыш 13 и Иртыш 21 (сумма рангов составила 23, 35 и 36 соответственно). В голозерной группе сорт Прогресс является более стабильным (сумма рангов равна 79). Данные сорта рекомендуются для внедрения в производство в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: яровой овес, сорт, урожайность, адаптивность, стрессоустойчивость, гомеостатичность, селекционная ценность, стабильность, коэффициент вариации

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи:

Поступила в редакцию: 5 февраля 2021 г. Принята к публикации: 3 марта 2021 г.

Для цитирования:

Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Скрининг сортов овса омской селекции для условий южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. 2021. Т. 16. № 1. С. 42—53. doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-1-42-53

© Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Сафонова И.В., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Screening of oat cultivars developed in omsk for conditions of the southern forest-steppe in Western Siberia

Oksana A. Yusova^{1*}, Petr N. Nikolaev¹, Irina V. Safonova², Nikolay I. Aniskov²

¹Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation

²Vavilov Institute of Plant Genetic Resources,
St. Petersburg, Russian Federation

*Corresponding author: ksanajusva@rambler.ru

Abstract. Spring oats are one of the most important crops among grain crops, and they are well adapted to the conditions of Western Siberia. To realize qualitative and quantitative characteristics of yield and increase productivity, new varieties should be characterized by responsiveness to changing environmental factors (adaptability) with sufficient potential productivity and ability to realize it even in the stressful conditions of this region. The aim of the research was to determine adaptive properties of spring oat cultivars developed in Omsk Agrarian Scientific Center. The experiments were carried out on the experimental fields of the Omsk Agrarian Scientific Center, located in the southern forest-steppe zone of Western Siberia, in 2011—2019. The following adaptability parameters were calculated: stress tolerance K_{st} (according to A.V. Bykov), homeostaticity Hom (V.V. Khangildin), breeding value of cultivar Sc (according to N.A. Orlyansky), genotypic effect E_i (B.P. Guriev), coefficient of variation V and coefficient of uniformity B (B.A. Dospekhov), resilience of stability index Y (R.A. Udachin and P.A. Golovchenko), rate of reaction of varieties to the environmental conditions Re (V.V. Novokhatin), equivalent plasticity W_i (C. Wricke). Using a significant number of indicators to obtain a final assessment of adaptability, a ranking of cultivars was carried out. Among hulled oat cultivars, Orion (control), Irtysh 13 and Irtysh 21 had increased adaptability (the sum of the ranks was 23, 35 and 36, respectively). In naked oat cultivars, Progress was more stable (the sum of the ranks was 79). These cultivars are recommended for cultivation in conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia.

Key words: spring oats, cultivar, yield, adaptability, stress tolerance, homeostaticity, breeding value, stability, coefficient of variation

Conflicts of interest. The authors declared that they have no conflict of interest.

Article history:

Received: 5 February 2021. Accepted: 3 March 2021

For citation:

Yusova OA, Nikolaev PN, Safonova IV, Aniskov NI. Screening of oat cultivars developed in Omsk for conditions of the southern forest-steppe in Western Siberia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2021; 16(1):42—53. (In Russian). doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-1-42-53

Введение

По значимости среди зерновых культур яровой овес одна из жизненно важных культур, хорошо приспособленных к условиям Западной Сибири. Овес мало требователен к почвам и климату, имеет довольно короткий период вегетации, высокую урожайность, может быть использован на зерно и зеленую массу и поэтому широко возделывается во всех регионах РФ [1]. Посевные площади овса в России в 2019 г. составили 2611,6 тыс. га, что на 8,5 % (241,7 тыс. га) меньше, чем в 2018 г. К регионам со значительной площадью посева овса относятся: Алтайский край (314,1 тыс. га, что составляет 12,0 % от общей посевной площади), Новосибирская область (168,4 тыс. га — 6,4 %), Республика Башкортостан

(160,9 тыс. га — 6,2 %), Красноярский край (160,0 тыс. га — 4,1 %), Тюменская область (105,9 тыс. га — 2,7 %). Так же в число 20 крупнейших регионов вошли Иркутская, Кемеровская, Омская, Челябинская, Оренбургская, Нижегородская и Самарская области, Республики Удмуртия и Татарстан [2].

Реализации качественных и количественных признаков урожайности и повышения продуктивности возможна, если новые сорта характеризуются отзывчивостью на изменяющиеся факторы внешней среды (адаптивностью) с достаточной потенциальной продуктивностью и способностью реализовать ее даже в стрессовых условиях этого региона, т.е. сводить к минимуму последствия неблагоприятных внешних условий [3, 4]. Кроме того, для повышения результативности создания сортов, обладающих необходимым сочетанием хозяйственно важных свойств и высокой экологической приспособленностью, необходимо использовать ряд методик [5, 6].

Цель исследований — определение адаптивных свойств сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра (Омского АНЦ).

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2011—2019 гг. на опытных полях Омского АНЦ, расположенных в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Почва — чернозем обыкновенный выщелоченный, содержание гумуса — 6...7 %. Площадь делянки — 10 м², повторность — 4-кратная. Норма высева — 4 млн всхожих зерен на 1 га. Посев произведен селекционной сеялкой ССФК-7, в третьем селекционном севообороте по предшественнику пшеница, четвертая культура после пара. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Уборка проведена в фазу полной спелости селекционным комбайном Nege 125.

Математическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову [7]. Расчет параметров адаптивности проводили, используя следующие показатели: гомотатичность Ном и индекс стабильности ИС — рассчитывали по методике В.В. Хангильдина [8]:

$$\text{Ном} = \frac{\bar{x}^2}{\delta(x_{\text{opt}} - x_{\text{lim}})}; \quad (1)$$

$$\text{ИС} = \bar{x}^2 / S, \quad (2)$$

где \bar{x}^2 — средняя урожайность сорта за годы изучения; δ и S — среднее квадратическое отклонение в опыте; x_{lim} — урожайность сорта при неблагоприятных условиях выращивания; x_{opt} — урожайность сорта при оптимальных условиях выращивания.

Р.А. Удачин, П.А. Головченко [9] предложили оценивать стабильность используя показатель устойчивости индекса стабильности:

$$Y = \left(1 - \frac{\text{ИС}_{\text{опт}} - \text{ИС}_{\text{лимит}}}{\text{ИС}_{\text{ср}}}\right)^2 100 \%, \quad (3)$$

где Y — показатель устойчивости индекса стабильности; $\text{ИС}_{\text{ср}}$ — среднее значение индекса стабильности у набора сортов на всех фонах испытания; $\text{ИС}_{\text{опт}}$, $\text{ИС}_{\text{лимит}}$ — индексы стабильности сортов на оптимальном и лимитированном фонах.

В.В. Новохатин (2010) ввел новый показатель эффекта реакции сортов на условия среды Эр [10].

$$\text{Эр} = (A_i - \bar{A}f_i) - J_i, \quad (4)$$

где A_i — урожайность сорта в год изучения; $\bar{A}f_i$ — средняя урожайность в опыте за период изучения; J_i — индекс условий среды.

Дальнейшее статистическое выражение пластичности (эковаленту) предложил С. Wricke (1962) [11]:

$$Wi = \sum l_{ij}^2, \quad (5)$$

$$l_{ij} = \bar{x}_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x} \dots, \dots,$$

где \bar{x}_{ij} — урожайность i -го сорта в j -м году; \bar{x}_i — урожайность i -го сорта; \bar{x}_j — урожайность в j -м году; $\bar{x} \dots$ — урожайность в опыте.

При определении селекционной ценности ярового овса использована формула В.В. Хангильдина [8] в изложении Н.А. Орлянского [12]:

$$Sc = \bar{x}^2 \frac{x_{\text{lim}}^2}{x_{\text{opt}}}, \quad (6)$$

где \bar{x}^2 — средняя урожайность сорта за годы изучения; x_{lim} и x_{opt} — урожайность на оптимальном и лимитированном фонах соответственно; δ — среднее квадратическое отклонение.

Генотипический эффект, предложенный Б.П. Гурьевым (1981), оценен по формуле [13]

$$\xi_i = \bar{x}_i - \bar{x}, \quad (7)$$

где \bar{x}_i — средняя урожайность образцов по годам испытания; \bar{x} — средняя урожайность в опыте.

А.А. Быков [14] для характеристики сорта использует коэффициент стрессоустойчивости по формуле

$$K_{\text{ст}} = \frac{\sum Y_{\text{min}}}{n} / \frac{\sum Y_{\text{max}}}{m}, \quad (8)$$

где $K_{\text{ст}}$ — коэффициент стрессоустойчивости; $\sum Y_{\text{min}}$ — сумма минимальных урожаев, не превышающих показатель средней урожайности, т/га; $\sum Y_{\text{max}}$ — сумма максимальных урожаев, превышающих показатель средней урожайности; n — количество лет с урожайностью ниже среднемноголетнего показателя; m — количество лет с урожайностью выше среднемноголетнего показателя [14].

Б.А. Доспехов в качестве меры определения относительной стабильности сорта использует коэффициент вариации [7]:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100\%, \quad (9)$$

где V — стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности; S — стандартное отклонение; \bar{x} — среднее арифметическое.

В виде меры относительной стабильности сорта используется показатель, дополняющий значение коэффициента вариации до 100 %.

$$B = 100 - V, \quad (10)$$

где B — коэффициент выравненности; V — коэффициент вариации признака [7].

Перечисленные выше методики возможны к применению также для иных сельскохозяйственных культур при расчете параметров адаптивности.

По данным гидрометеорологического центра, среднемноголетнее значение ГТК для Омского региона Западной Сибири составляет 0,82, что означает засушливые условия. Периоды вегетации 2011 и 2014 гг. характеризовались засушливыми условиями (ГТК = 0,90 и 0,92), очень сухие условия отмечены в 2012 и 2015 гг. (ГТК = 0,69 и 0,70). Достаточным увлажнением отличались периоды вегетации 2013 и 2018 г. (ГТК = 0,99).

Объектом исследования были 9 сортов ярового овса, селекции Омского АНЦ. К пленчатой группе относятся сорта: Орион (стандарт), Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел, Сибирский геркулес. Голозерные сорта: Сибирский голозерный (стандарт), Прогресс.

Результаты исследования и обсуждение

Основным параметром, определяющим ценность сорта, является урожайность [15, 16]. В среднем за период исследований урожайность овса составила 3,58 т/га (табл. 1). Сорта пленчатой группы формировали повышенную урожайность (в среднем 4,31 т/га), по сравнению с голозерными (2,85 т/га).

Таблица 1

Урожайность сортов ярового овса по годам

Сорт	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	\bar{x}_i
Пленчатые сорта										
Орион, st.	4,31	2,51	4,15	3,97	5,47	3,08	5,09	3,79	5,30	4,19
Иртыш 13	3,65	2,24	3,89	3,62	5,69	2,99	4,86	4,22	5,85	4,11
Иртыш 21	4,14	2,44	4,27	4,16	5,42	3,00	5,89	3,24	5,69	4,25
Тарский 2	3,65	2,38	4,34	3,95	5,52	3,54	5,24	3,29	6,06	4,22
Памяти Богачкова	4,04	2,27	4,09	4,34	5,96	2,98	5,25	2,80	4,94	4,07
Факел	3,89	2,34	4,65	2,69	5,90	4,72	5,26	5,24	8,50	4,80
Сибирский геркулес	4,17	2,17	5,26	4,57	5,69	3,09	5,75	3,79	6,26	4,53
Голозерные сорта										
Сибирский голозерный, st.	2,54	1,53	2,41	2,42	4,26	2,30	3,01	4,39	4,39	3,03
Прогресс	2,12	1,55	2,43	2,64	4,02	2,04	2,90	2,49	3,82	2,67
НСР ₀₅	0,50	0,20	0,40	0,54	0,42	0,38	0,55	0,61	0,44	–
\bar{x}_j	3,66	2,17	3,93	3,67	5,29	3,05	4,78	4,05	5,49	3,58
lj	-0,35	-1,84	-0,08	-0,34	1,28	-0,96	0,77	0,04	1,48	–

Примечание. \bar{x}_j – среднее по году; \bar{x}_i – среднее по сорту; lj – индекс условий окружающей среды.

Productivity of spring oat cultivars

Cultivar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	\bar{x}_i
Hulled oat cultivars										
Orion (control)	4.31	2.51	4.15	3.97	5.47	3.08	5.09	3.79	5.30	4.19
Irtysch 13	3.65	2.24	3.89	3.62	5.69	2.99	4.86	4.22	5.85	4.11
Irtysch 21	4.14	2.44	4.27	4.16	5.42	3.00	5.89	3.24	5.69	4.25
Tarsky 2	3.65	2.38	4.34	3.95	5.52	3.54	5.24	3.29	6.06	4.22
Pamyati Bogachkova	4.04	2.27	4.09	4.34	5.96	2.98	5.25	2.80	4.94	4.07
Fakel	3.89	2.34	4.65	2.69	5.90	4.72	5.26	5.24	8.50	4.80
Sibirsky gerkules	4.17	2.17	5.26	4.57	5.69	3.09	5.75	3.79	6.26	4.53
Naked oat cultivars										
Sibirsky golozerny (control)	2.54	1.53	2.41	2.42	4.26	2.30	3.01	4.39	4.39	3.03
Progress	2.12	1.55	2.43	2.64	4.02	2.04	2.90	2.49	3.82	2.67
LSD ₀₅	0.50	0.20	0.40	0.54	0.42	0.38	0.55	0.61	0.44	–
\bar{x}_j	3.66	2.17	3.93	3.67	5.29	3.05	4.78	4.05	5.49	3.58
lj	-0.35	-1.84	-0.08	-0.34	1.28	-0.96	0.77	0.04	1.48	–

Note. \bar{x}_j – average for the year; \bar{x}_i – average for the cultivar; lj – index of environmental conditions.

Наиболее благоприятные почвенно-климатические условия выращивания для получения высокой урожайности сложились в 2015 и 2019 гг. (5,29 и 5,49 т/га) при максимальном индексе условий окружающей среды (I_j равен 1,28 и 1,48).

В пленчатой группе средняя урожайность стандартного сорта Орион составила 4,19 т/га. Превышали стандарт по данному показателю сорта Факел и Сибирский геркулес (+0,61 и +0,34 т/га). Остальные сорта характеризовались средней урожайностью на уровне стандарта (4,07...4,25 т/га).

В голозерной группе средняя урожайность стандарта отмечена на уровне 3,03 т/га. Сорт Прогресс значительно уступал стандарту (-0,36 т/га).

Согласно расчетам по методике В.В. Хангильдина [8], сорта Орион, Иртыш 13, Факел, Сибирский геркулес относятся к группе высокостабильных (ИС = 3,51...3,95) (табл. 2). К группе стабильных — сорта Иртыш 21, Тарский 2 и Памяти Богачкова (ИС = 3,31...3,45).

Таблица 2

Параметры адаптивности сортов ярового овса

Сорт	Эр	B	Wi	ИС	Y, %	K _{CT}	Hom	Sc	εi	V
Пленчатые сорта										
Орион*, st.	5,47	75,9	2,35	3,95	29,1	0,694	5,59	8,06	0,61	24,1
Иртыш 13*	3,90	73,2	1,87	3,74	12,2	0,636	4,25	6,47	0,53	26,8
Иртыш 21**	6,06	71,2	3,70	3,45	40,2	0,638	4,26	7,48	0,67	28,8
Тарский 2**	5,77	71,9	4,40	3,45	9,8	0,635	4,10	6,99	0,64	28,1
Памяти Богачкова**	4,45	70,1	4,50	3,34	11,4	0,700	3,68	6,31	0,49	29,9
Факел*	10,95	62,0	12,49	3,66	8,2	0,587	2,08	6,34	1,22	38,0
Сибирский геркулес*	8,48	68,9	9,48	3,51	32,7	0,600	3,66	7,11	0,95	31,7
Голозерные сорта										
Сибирский голозерный***, st.	-4,95	65,0	4,62	3,00	13,0	0,544	3,03	3,19	-0,55	35,0
Прогресс***	-8,19	69,7	2,99	3,29	7,3	0,508	3,56	2,47	-0,91	30,3
<<Eqn001.eps>>	2,06	2,2	1,10	0,09	4,10	0,02	0,32	0,64	0,08	1,40

Примечание. * – высокостабильные сорта; ** – стабильные; *** – нестабильные.

Table 2

Adaptability parameters of spring oat cultivars

Cultivar	Er	B	Wi	SI	Y, %	Kst.	Hom	Sc	εi	V
Hulled oat cultivars										
Orion* (control)	5.47	75.9	2.35	3.95	29.1	0.694	5.59	8.06	0.61	24.1
Irtysh 13*	3.90	73.2	1.87	3.74	12.2	0.636	4.25	6.47	0.53	26.8
Irtysh 21**	6.06	71.2	3.70	3.45	40.2	0.638	4.26	7.48	0.67	28.8
Tarsky 2**	5.77	71.9	4.40	3.45	9.8	0.635	4.10	6.99	0.64	28.1
Pamyati Bogachkova**	4.45	70.1	4.50	3.34	11.4	0.700	3.68	6.31	0.49	29.9
Fakel*	10.95	62.0	12.49	3.66	8.2	0.587	2.08	6.34	1.22	38.0
Sibirsky gerkules*	8.48	68.9	9.48	3.51	32.7	0.600	3.66	7.11	0.95	31.7
Naked oat cultivars										
Sibirsky golozerny*** (control)	-4.95	65.0	4.62	3.00	13.0	0.544	3.03	3.19	-0.55	35.0
Progress***	-8.19	69.7	2.99	3.29	7.3	0.508	3.56	2.47	-0.91	30.3
<<Eqn002.eps>>	2.06	2.2	1.10	0.09	4.10	0.02	0.32	0.64	0.08	1.40

Note. * – highly stable cultivars; ** – stable; *** – unstable.

Анализ стабильности по методике Р.А. Удачин и П.А. Головченко [9] показал, что низкий уровень данного признака присущ сортам Прогресс, Сибирский геркулес, Тарский 2 (Y равен 7,3, 8,2 и 9,8 % соответственно). Высокий отмечен у сортов Иртыш 21, Сибирский геркулес, Орион ($Y = 29,1...40,2$ %).

Повышенной стрессоустойчивостью обладали сорта Памяти Богачкова, Орион, Иртыш 21, Иртыш 13, Тарский 2, Сибирский геркулес ($K_{ст} = 0,700...0,600$).

Сорта Орион, Иртыш 21, Иртыш 13, Тарский 2, Памяти Богачкова и Сибирский геркулес характеризуются высоким уровнем гомеостатичности ($Ном = 3,66...5,59$). Таким образом, данные сорта способны уменьшить влияние большинства факторов внешней среды и формировать высокий и стабильный урожай.

К группе сортов, сочетающих высокую урожайность и адаптивность к условиям выращивания, относятся Орион, Иртыш 21, Сибирский геркулес, Тарский 2, Иртыш 13, Факел, Памяти Богачкова ($Sc = 6,3...8,06$).

Сорта Сибирский голозерный и Прогресс характеризуются невысоким уровнем приспособленности к местным условиям ($Sc = 3,19$ и $2,47$).

Анализ показателей генотипического эффекта выявил, что высоким уровнем стабильности обладают сорта: Факел, Сибирский геркулес, Иртыш 21, Тарский 2, Орион, Памяти Богачкова и Иртыш 13 ($\epsilon_i = 0,53...1,22$). Низкий уровень устойчивости характерен для сортов Прогресс и Сибирский голозерный (ϵ_i равен $-0,91$ и $-0,55$).

Высокий уровень пластичности присущ сортам Сибирский геркулес ($Wi = 9,48$) и Факел ($Wi = 12,49$). Высокая степень стабильности сорта выявлена у сортов Иртыш 13, Орион, Прогресс, Иртыш 21, Тарский 2, Памяти Богачкова и Сибирский голозерный ($Wi = 1,87...6,2$).

В рассматриваемом нами опыте изменчивость урожайности всех исследуемых сортов значительна ($V > 20$ %). Наиболее приемлемы для использования в сельскохозяйственном производстве сорта, соответствующие условию $B > 70$ %. Высокий уровень выравненности отмечен у сортов Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Памяти Богачкова ($B = 70,1...75,99$).

Повышенная адаптивность выявлена у всех пленчатых сортов ($\epsilon_p = 4,45...10,95$). К сортам со слабой реакцией на изменение условий выращивания относятся все голозерные сорта ($\epsilon_p = -4,95...-8,19$).

Для получения достоверного объективного определения адаптивных возможностей сорта необходимо использовать ряд оценочных параметров. В основу окончательной оценки адаптивности на базе значительного количества показателей положено ранжирование сортов (табл. 3).

Таблица 3

**Ранжирование сортов ярового овса по параметрам
экологической адаптации**

Сорт	Wi	ИС	Y	K _{ст}	Hom	Sc	Еi	V	B	Эр	Σ рангов
Пленчатые сорта											
Орион, st.	2	1	3	2	1	1	5	1	1	6	23
Иртыш 13	1	2	1	5	3	5	6	2	2	8	35
Иртыш 21	4	5	5	4	2	2	3	4	4	3	36
Тарский 2	5	5	8	6	4	4	4	3	3	5	47
Памяти Богачкова	6	6	6	1	5	7	7	5	5	7	58
Факел	9	3	9	8	10	6	1	10	10	1	67
Сибирский геркулес	8	4	2	7	6	3	2	7	7	2	48
Голозерные сорта											
Сибирский голозерный, st.	7	9	4	9	8	9	8	9	9	9	81
Прогресс	3	8	10	10	7	10	9	6	6	10	79

Table 3

Ranking of spring oat cultivars by adaptability parameters

Cultivar	Wi	SI	Y	K _{st}	Hom	Sc	Еi	V	B	Er.	Total ranks
Hulled oat cultivars											
Orion (control)	2	1	3	2	1	1	5	1	1	6	23
Irtysh 13	1	2	1	5	3	5	6	2	2	8	35
Irtysh 21	4	5	5	4	2	2	3	4	4	3	36
Tarsky 2	5	5	8	6	4	4	4	3	3	5	47
Pamyati Bogachkova	6	6	6	1	5	7	7	5	5	7	58
Fakel	9	3	9	8	10	6	1	10	10	1	67
Sibirsky gerkules	8	4	2	7	6	3	2	7	7	2	48
Naked oat cultivars											
Sibirsky golozerly (control)	7	9	4	9	8	9	8	9	9	9	81
Progress	3	8	10	10	7	10	9	6	6	10	79

На основании проведенной ранговой оценки выявлено, что повышенной адаптивностью обладают стандарт пленчатой группы Орион, сорта Иртыш 13 и Иртыш 21 (сумма рангов составила 23, 35 и 36 соответственно). Также к ста-

бильным можно отнести сорта Тарский 2 и Сибирский геркулес (сумма рангов равна 47 и 48).

В голозерной группе сорт Прогресс является более стабильным (сумма рангов 79), по сравнению со стандартом (сумма рангов равна 81).

Выводы

1. В среднем за период исследований с 2011 по 2019 гг. урожайность овса составила 3,58 т/га; повышенные ее значения отмечены в 2015 и 2019 гг. (5,29 и 5,49 т/га). Сорта пленчатой группы превышали по урожайности сорта голозерной на 1,46 т/га.

2. Для внедрения в производство рекомендуются сорта, которые по большинству методов оценки адаптивности характеризуются низкой суммой рангов (23...36 у пленчатых сортов Орион, Иртыш 21 и Иртыш 13 и 79 у голозерного сорта Прогресс).

3. Сорта Орион, Иртыш 21 и Иртыш 13 отличаются повышенной выравненностью ($B = 70,1...75,99$), стрессоустойчивостью ($K_{cr} = 0,636...0,694$), гомеостатичностью ($Hom = 4,25...5,59$), пластичностью ($Wi = 1,87...3,70$), адаптивностью ($Эр = 3,90...6,06$) и сочетанием высокой урожайности с адаптивностью к условиям выращивания ($Sc = 6,47...7,48$).

4. Голозерный сорт Прогресс пластичен ($Wi = 2,99$) и отличается слабой реакцией на изменение условий выращивания ($Эр = -8,19$).

Библиографический список

1. Баталова Г.А. Селекция растения в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 3. С. 20—25.
2. Агровести АПК, 2019. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-rzhi-v-rossii-itogi-2018-goda.html> Дата обращения: 11.12.2020.
3. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014. Т. 18. № 3. С. 548—552.
4. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев: Штиинца, 1980. С. 587.
5. Лисова Ю.А., Дацко А.О., Марухняк А.Я., Царык З.О., Марухняк Г.И. Адаптивные особенности голозерных генотипов овса // *Вестник БГСХА*. 2016. № 3. С. 44—48.
6. Лоскутов И.Г. Генетические ресурсы овса и ячменя — источник результативной селекции в России // *Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы* : доклады II Междунар. конф. Санкт-Петербург : Изд-во ВИР, 2009. С. 200—205.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
8. Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // *Науч.-техн. бюл. всесоюз. селек.-генет. ин-та*. 1986. № 2(60). С. 36—41.
9. Удачин Р.А., Головченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2—6.
10. Новохатин В.В. Экологическая селекция мягкой пшеницы // *Оптимизация селекционного процесса — фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири (ОСП–2019)*. Красноярск, 2019. С. 92—103.
11. Wricke C. Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen // *Z. Pflanzrenrichtung*. 1962. Vol. 47. N 1. P. 92—96.
12. Орлянский Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья : автореф. дис. ... д-ра с/х наук. Белгород, 2004. С. 42.
13. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы / подгот. Б.П. Гурьев и др. Харьков: УНИИРСИГ, 1981. С. 32.

14. Быков А.В. Морфо-биологические особенности и агроклиматический потенциал урожайности сортов *Beta vulgaris* var. *conditinaalef* в Западной Сибири // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 7. Ч. 2. С. 59—62. doi: 10.23670/IRJ.2017.61.020
15. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181(2). С. 42—49. doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49
16. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37—43. doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43

References

1. Batalova GA. Plant breeding in conditions of instability of agroclimatic resources. *Legumes and Groat Crops*. 2012; (3):20—25. (In Russ).
2. Agrovestnik. *Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhainost' rzhi v Rossii* [Sown area, gross harvest and rye yield in Russia]. Available from: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhainost-rzhi-v-rossii-itogi-2018-goda.html> [Accessed: 11.12.2020]. (In Russ).
3. Potanin WG, Aleinikov AF, Stepochkin PI. A new approach to estimation of ecological plasticity of plant varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014; 18(3):548—552. (In Russ).
4. Zhuchenko AA. *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenii (adaptatsiya, rekombinogenez, agrobiotsenoz)* [Ecological genetics of cultivated plants (adaptation, recombination, agrobiocenosis)]. Kishinev: Shtiintsa publ.; 1980. (In Russ).
5. Lisova YA, Datsko AO, Marukhnyak AY, Tsaryk ZO, Marukhnyak GI. Adaptive features of naked oat genotypes. *Bulletin of the BSSA*. 2016; (3):44—48. (In Russ).
6. Loskutov IG. Genetic resources of oats and barley as a source of effective breeding in Russia. In: *Geneticheskie resursy kul'turnykh rastenii v XXI veke: sostoyanie, problemy, perspektivy* [Genetic resources of cultivated plants in the XX-th century: state, problems, prospects]. St. Petersburg: VIR publ.; 2009. p. 200—205. (In Russ).
7. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat publ.; 1985. (In Russ).
8. Khangildin VV. Parameters of evaluation of homeostaticity of varieties and breeding lines in tests of ear crops. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' VSGI*. 1986; (2):36—41. (In Russ).
9. Udachin RA, Golovchenko AP. Methodology for assessing the ecological plasticity of wheat varieties. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1990; (5):2—6. (In Russ).
10. Novokhatin VV. Ecological selection of soft wheat. In: *Optimizatsiya se-lektsionnogo protsessa — faktor stabilizatsii i rosta produktivnosti rastenievodstva Sibiri (OSP –2019)* [Optimization of the selection process — a factor of stabilization and growth of plant production in Siberia (OSP-2019)]. Krasnoyarsk; 2019. p. 92—103. (In Russ).
11. Wricke C. Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenerziehung*. 1962; 47(1):92—96.
12. Orlyansky NA. *Seleksiya i semenovodstvo zernovoi kukuruzy na povyshenie adaptivnosti v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya* [Selection and seed production of grain corn to increase adaptability in conditions of the Central Chernozem region]. Belgorod; 2004. (In Russ).
13. Guriev BP. *Metodicheskie rekomendatsii po ekologicheskomu sortoispytaniyu kukuruzy* [Methodological recommendations for ecological variety testing of corn]. Kharkov: UNIIRSiG publ.; 1981. (In Russ).
14. Bykov AV. Morpho-biological features and agroclimatic potential of crop productivity of *Beta vulgaris* l., var. *Conditiva Alef*, in Western Siberia. *International research journal*. 2017; (7-2):59—62. (In Russ). doi: 10.23670/IRJ.2017.61.020
15. Yusova OA, Nikolaev PN, Safonova IV, Aniskov NI. Changes in oat grain yield and quality with increased adaptability of cultivars. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(2):42—49. (In Russ). doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49
16. Nikolaev PN, Yusova OA, Anisimov NI, Safonova IV. Agrobiological characteristics of hullless barley cultivars developed at Omsk Agrarian Scientific Center. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019; 180(1): 37—43. (In Russ). doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43

Об авторах:

Юсова Оксана Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией биохимии и физиологии растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр», Российская Федерация, 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26; e-mail: ksanajusva@rambler.ru

ORCID 0000-0003-3679-8985

AuthorID 547227

Николаев Петр Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр», Российская Федерация, 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26; e-mail: nikolaevpetr@mail.ru

ORCID 0000-0002-5192-2967

AuthorID 834930

Анисков Николай Иванович — доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Российская Федерация, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44; e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

ORCID 0000-0002-7819-8286

AuthorID 260589

Сафонова Ирина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44; e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

ORCID 0000-0001-8138-930X

AuthorID 430608

About authors:

Yusova Oksana Aleksandrovna — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Genetics, Biochemistry and Plant Physiology, Omsk Agrarian Scientific Center, Koroleva avenue, Omsk, 26644012, Russian Federation; e-mail: ksanajusva@rambler.ru

ORCID 0000-0003-3679-8985

AuthorID: 547227

Nikolaev Petr Nikolayevich — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory for selection of grain crops, Omsk Agrarian Scientific Center, Koroleva avenue, Omsk, 26644012, Russian Federation; e-mail: nikolaevpetr@mail.ru

ORCID 0000-0002-5192-2967

AuthorID 834930

Aniskov Nikolay Ivanovich — Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Vavilov Institute of Plant Genetic Resources, 42/44 Bolshaya Morskaya st., St. Petersburg, 190000, Russian Federation; e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

ORCID 0000-0002-7819-8286

AuthorID 260589

Safonova Irina Vladimirovna — Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Vavilov Institute of Plant Genetic Resources, 42/44 Bolshaya Morskaya st., St. Petersburg, 190000, Russian Federation; e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

ORCID 0000-0001-8138-930X

AuthorID 430608