

Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области

© 2023. О. А. Жуйкова[✉], Г. А. Баталова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Исследования проводили в 2020–2022 гг. в центральной части Кировской области при достаточно неоднородных погодных условиях. В питомнике конкурсного испытания изучали 3 сорта и 8 линий овса пленчатого с целью анализа их адаптивной способности по элементам структуры продуктивности. Сорта и линии характеризовали на основании суммы рангов результатов оценки по методикам S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966), Н. А. Плохинского (1961), Л. А. Животкова и др. (1994), A. A. Rosielle и J. Hamblin (1981). Было отмечено прямое статистически значимое влияние признаков «масса 1000 зерен», «масса зерна с метелки», «число зерен в метелке» на величину урожайности ($r = 0,62...0,85$). Формирование элементов структуры продуктивности зависело от гидротермических условий отдельных периодов вегетации ($r = 0,63...0,72$). Методом двухфакторного дисперсионного анализа выявлено, что влияние фактора «год» на элементы структуры продуктивности было более значительным (33,7...64,3 %), чем фактора «сорт» (8,5...24,6 %). Выявлены линии и сорта, которые способны формировать стабильно высокую урожайность в контрастных погодных условиях за счет определенных элементов структуры или их совместного влияния. Высокая адаптивная способность с минимальной суммой рангов получена по числу колосков у линии 41h18 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 17$), сорта Кировский 2 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 14$); по числу зерен в метелке и массе зерна с метелки – линии 41h18 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 14$ и 15); по массе 1000 зерен – линии 25h18, 91h18, 41h18, 50h18, 162h15 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 21...27$), сортов Медведь и Кировский 2 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 18...22$). По общей наименьшей сумме рангов (71...97) выделены сорт Кировский 2, перспективные линии 25h18 и 41h18.

Ключевые слова: *Аvena sativa* L., индекс условий среды, стабильность, пластичность, стрессоустойчивость, температура, осадки, количество колосков, масса 1000 зерен

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0007).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(6):949–957.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957>

Поступила: 02.06.2023

Принята к публикации: 13.11.2023

Опубликована онлайн: 20.12.2023

Analysis of adaptability of oat varieties and lines by productivity elements in the conditions of Kirov region

© 2023. Olga A. Zhuikova[✉], Galina A. Batalova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The research was carried out in 2020–2022 in the central part of the Kirov region, under varying weather conditions. In the nursery of the competitive variety testing, 3 varieties and 8 lines of hulled oats were studied in order to analyze their adaptive ability according to the elements of the productivity structure. Varieties and lines were characterized based on the sum of the ranks of the evaluation results according to the methods of S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966), N. A. Plokhinsky (1961), L. A. Zhivotkov et al. (1994), A. A. Rosielle and J. Hamblin (1981). There was a direct statistically significant effect of the mass of 1000 grains, the mass of grain from the panicle, the number of grains in the panicle on the yield ($r = 0.62...0.85$). The formation of the elements of the productivity structure depended on the hydrothermal conditions of individual periods of vegetation ($r = 0.63...0.72$). The method of two-factor analysis of variance revealed that the influence of the "year" factor on the elements of the productivity structure was more significant (33.7...64.3 %) than the "grade" factor (8.5...24.6 %). There have been identified lines and varieties able to form consistently high yields in contrasting weather conditions due to certain structural elements or their combined influence. A high adaptive capacity with a minimum amount of ranks was obtained by the number of spikelets in the 41h18 line ($\Sigma_{\text{ranks}} = 17$), varieties Kirovsky 2 ($\Sigma_{\text{ranks}} = 14$); by the number of grains in the panicle and by the weight of grains from the panicle – line 41h18 ($\Sigma_{\text{ranks}} = 14$ and 15); by the weight of 1000 grains – lines 25h18, 91h18, 41h18, 50h18, 162h15 ($\Sigma_{\text{ranks}} = 21...27$), varieties Medved' and Kirovsky 2 ($\Sigma_{\text{ranks}} = 18...22$). According to the total lowest sum of ranks (71...97), the Kirovsky grade 2, promising lines 25h18 and 41h18 have been identified.

Keywords: *Avena sativa* L., index of environmental conditions, stability, plasticity, stress resistance, temperature, precipitation, number of spikelets, mass of 1000 grains

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citation: Zhuikova O. A., Batalova G. A. Analysis of adaptability of oat varieties and lines by productivity elements in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):949-957. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957>

Received: 02.06.2023

Accepted for publication: 13.11.2023

Published online: 20.12.2023

Разнообразие почвенно-климатических условий в Кировской области оказывает существенное влияние на рост и развитие растений овса, формирование урожая и качество зерна. Овес – влаголюбивая культура, недостаточное увлажнение и повышение температуры вызывают снижение его урожайности на 60 % и более, особенно при засухе в репродуктивной стадии развития растений [1].

Кировская область относится к территориям с достаточным увлажнением и средними температурами в период вегетации, много-снежной зимой с низкими температурами. При этом в период вегетации практически ежегодно отмечают 20...35 засушливых дней, в отдельные годы их число достигает 60 дней [2]. Для повышения урожайности культуры необходимо вести многолетнюю селекционную работу, проводить многочисленные исследования и выявлять признаки, обеспечивающие адаптационную способность сортов к эдафическому стрессу [3, 4]. Контроль экологической пластичности, стабильности и адаптивности сортов в процессе селекции необходим для получения стабильно высоких урожаев [5].

Цель исследований – анализ адаптивной способности сортов и перспективных линий овса пленчатого по элементам структуры продуктивности.

Научная новизна – в условиях Кировской области получены новые данные о влиянии факторов среды на элементы структуры продуктивности сортов и перспективных линий овса пленчатого, выявлены генотипы с высокой адаптивной способностью.

Материал и методы. На опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2020-2022 гг. изучали 3 сорта и 8 линий овса пленчатого питомника конкурсного испытания. Почва опытного участка дерново-подзолистая средне-суглинистая на элювии пермских глин с небольшой мощностью перегнойного горизонта. Содержание гумуса – 2,43...2,51 % (ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора и обменного калия – 334...339 и 200...245 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26207-91), кислотность – 5,7...6,0 ед. pH (ГОСТ 26212-91).

Исследования проводили в соответствии с методикой ГСИ¹. Пластичность и отзывчивость сортов на изменение условий среды определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) в изложении В. А. Пакудина и Л. М. Лопатиной², вклад генотипов и условий среды в формирование урожайности – по Н. А. Плохинскому³, коэффициент адаптивности (КА) – по Животкову с соавт.⁴, стрессоустойчивость и компенсаторную способность сортов – по А. А. Rosielle и J. Hamblin (1981) в изложении А. А. Гончаренко⁵, гидротермический коэффициент (ГТК) – по А. И. Селянинову⁶. Адаптивную способность сортов характеризовали по сумме рангов, полученной методом ранжирования. Наиболее высокий ранг – первый, наиболее низкий – одиннадцатый. Для обработки результатов исследований методами дисперсионного и корреляционного анализа применяли пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07, и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

²Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984;19(4):109-113.

³Плохинский Н. А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 364 с.

⁴Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности». *Селекция и семеноводство*. 1994;(2):3-6.

⁵Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005;(6):49-53.

⁶Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. 1928. Вып. 20. С. 165-177.

Погодные условия в годы исследований были достаточно контрастными. В целом, вегетационный период овса в 2020 г. характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 2,02), в 2021 г. (ГТК = 1,17) и 2022 г. (ГТК 2022 г. = 1,39) – достаточным. В мае 2020 г. наблюдалась неустойчивая по температуре погода, преимущественно сухая, лишь в третьей декаде шли редкие небольшие или значительные осадки, в результате выпало 165 % осадков от нормы. Фаза кущения у растений овса наступила в первой половине июня, когда было прохладно и отмечали заморозки. В первую и вторую декады июля (период «цветение-завязывание зерна») отмечали повышенный температурный фон и недостаточное увлажнение. Температура воздуха днем превышала климатическую норму на 3-12 °С и достигала 36 °С. Последующее развитие растений проходило при оптимальных для культуры погодных условиях.

В мае 2021 г. преобладала аномально жаркая погода, часто с сухими периодами, сумма эффективных температур составила 320,4 °С, что на 120 °С больше средней многолетней величины. В первой декаде июня отмечена умеренно теплая, затем преобладала жаркая

погода с крайне слабыми дождями и только во второй декаде месяца. До конца периода вегетации овса было умеренно тепло и сухо с незначительными дождями в отдельные дни.

В мае 2022 г. выпадали незначительные осадки. Среднесуточная температура воздуха составляла 6...11 °С, что на 1...6 °С ниже обычных значений. В июне и июле преобладала теплая, временами жаркая погода, периоды с частыми дождями чередовались с сухими периодами. Август характеризовался жаркой погодой с редкими дождями.

Результаты и их обсуждение. Урожайность – комплексный показатель, определяемый различными элементами структуры продуктивности, находящимися в сложной корреляционной зависимости [6]. В связи с этим, необходимо определить роль отдельных элементов и установить их вклад в урожайность зерна [7].

Высота и длина метелки растений овса, исходя из показателя изменчивости признака (CV), отличались наименьшим средним значением вариативности – менее 10 % (табл. 1). Другие параметры структуры продуктивности имели значительную изменчивость (CV>20 %).

Таблица 1 – Изменчивость параметров структуры продуктивности линий и сортов овса пленчатого, % (2020-2022 гг.) /

Table 1 – Variability of parameters of the productivity structure of lines and varieties of hulled oats, % (2020-2022)

Показатель / Parameter	Пределы варьирования / Limits of variation (CV)	Среднее значение варьирования / Average value of variation (CV)	Сорта и линии с высоким значением показателя / Varieties and lines with high value of the parameter
Высота растений / Plant height	4,4-10,9	6,4	178h13, 25h18, 50h18, Медведь / Medved'
Длина метелки / Panicle length	7,6-13,7	9,5	178h13, 41h18, Медведь / Medved'
Масса метелки / Panicle mass	17,1-29,1	24,4	162h15, 41h18, 25h18, Кировский 2 / Kirovsky 2
Число колосков в метелке / Number of spikelets in a panicle	17,0-27,3	22,3	162h15, 178h13, 25h18, 41h18, Кировский 2, Кречет / Kirovsky 2, Krechet
Число зерен в метелке / Number of grains in a panicle	16,8-31,0	25,9	162h15, 25h18, 41h18, Кировский 2 / Kirovsky 2
Масса зерна с метелки / Grain mass from a panicle	18,1-31,7	27,1	162h15, 25h18, 41h18, Кировский 2 / Kirovsky 2
Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	17,1-33,0	24,2	25h18, 91h18, 41h18, Медведь / Medved'

Наиболее заметное влияние на величину урожайности овса оказывают масса зерна с метелки, масса 1000 зерен, число зерен и колосков в метелке (табл. 2). Отмечая слабую зависимость урожайности от крупности зерна,

в селекционных программах необходимо уделять внимание данному признаку, что будет способствовать увеличению урожайности при условии стабильных значений массы 1000 зерен по годам [8].

Таблица 2 – Коэффициенты парных корреляций между урожайностью и элементами структуры продуктивности линий и сортов овса пленчатого (2020-2022 гг.) /

Table 2 – Coefficients of paired correlations between yield and elements of the productivity structure of lines and varieties of hulled oats (2020-2022)

<i>Элемент структуры продуктивности / Element of the productivity structure</i>	<i>Коэффициенты корреляции / Correlation coefficients</i>
Высота растения / Plant height	0,13...0,38
Длина метелки / Panicle length	0,08...0,24
Число колосков в метелке / Number of spikelets in a panicle	0,41...0,55
Число зерен в метелке / Number of grains in a panicle	0,35...0,62*
Масса зерна с метелки / Grain mass from a panicle	0,41...0,85*
Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	0,20...0,73*

*Корреляционная связь достоверна на уровне $p \leq 0,05$ / *Correlation relation is reliable at $p \leq 0.05$

Каждый элемент структуры продуктивности формируется под влиянием многих факторов и в течение вегетации имеет уязвимые периоды.

У линий и сортов селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока выявлены статистически значимые корреляционные зависимости между количеством колосков и ГТК в период «всходы-выметывание» ($r = 0,65$), числом зерен в метелке и ГТК – «всходы-цветение» ($r = 0,63$); массой 1000 зерен и ГТК – «выметывание-созревание» ($r = 0,72$).

Число колосков в метелке, число зерен, масса зерна с метелки, масса 1000 зерен являются основными элементами в формировании урожайности и надежным индикатором при отборе урожайных генотипов [8, 9, 10].

Анализ значений индекса условий среды (I_j), показал, что лучшие условия для формирования показателя «число колосков в метелке» сложились в 2021 г. ($I_j = 2,10$), «число зерен в метелке» – в 2020 г. и 2022 г. ($I_j = 0,65$ и $0,68$ соответственно), «масса 1000 зерен» – в 2022 г. ($I_j = 1,73$) (табл. 3). Формирование других показателей проходило в неблагоприятных или оптимальных условиях. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности наблюдали в 2020 и 2022 гг., худшие – в 2021 г. и соответствовали низкому показателю индекса условий среды для образования числа зерен в метелке. Число зерен в метелке напрямую зависело от значений индекса условий среды в годы исследований ($r = 0,97$).

Таблица 3 – Индекс условий среды по элементам структуры продуктивности линий и сортов овса пленчатого /
Table 3 – Environmental conditions index by elements of the productivity structure of lines and varieties of hulled oats

<i>Элемент структуры / Element of the structure</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>2022 г.</i>
Число колосков в метелке / Number of spikelets in a panicle	1,60	2,10	-3,70
Число зерен в метелке / Number of grains in a panicle	0,65	-1,33	0,68
Масса зерна с метелки / Grain mass from a panicle	-0,04	-0,04	0,09
Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	-1,84	0,11	1,73
Урожайность / Crop yield	0,36	-1,21	0,85

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, погодные условия, сорт и их взаимодействие оказали достоверное влияние на элементы структуры продуктивности овса на 5%-ом уровне значимости. Доля фактора «год» была более значительной, чем фактора «сорт» по признакам: «число зерен в метелке» – 33,7 и 21,2 %; «число колосков в

метелке» – 43,1 и 24,6 %; «масса 1000 зерен» – 56,2 и 14,5 %; «масса зерна с метелки» – 64,3 и 8,5 % соответственно.

В результате исследований установлено, что при улучшении условий выращивания (при $b_i > 1$) увеличилось число колосков у линий 162h15, 50h18 и сортов Медведь, Кировский 2, число зерен – у линий 25h18, 4h14, 79h14, 91h18

и сорта Кречет, масса зерна с метелки – у линий 178h13, 25h18, 4h14, 79h14, 91h18, 41h18, 50h18, масса 1000 зерен – у линий 178h13, 25h18, 4h14, 79h14, 91h18, 50h18 и сорта Кречет (табл. 4).

В различных почвенно-климатических условиях важное значение имеет стабильность (S_i) параметров. Признак «масса зерна с метелки»

показал самую высокую стабильность у всех изученных сортов и линий. Высокой стабильной реакцией на условия среды по признаку «число колосков в метелке» отличились сорта Медведь и Кировский 2, линии 178h13 и 41h18, «число зерен в метелке» – линия 41h18, «масса 1000 зерен» – линии 162h15, 4h14, сорта Медведь и Кировский 2 (табл. 5).

Таблица 4 – Коэффициенты линейной регрессии (b_i) параметров структуры продуктивности линий и сортов овса пленчатого (2020-2022 гг.) /

Table 4 – Coefficients of linear regression (b_i) of parameters of productivity structure of lines and varieties of hulled oats (2020-2022)

Сорт, линия / variety, line	Число колосков / Number of spikelets	Число зерен / Number of grains	Масса зерна с метелки / Grain weight from a panicle	Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains
	в метелке / from a panicle			
Кречет, ст. / Krechet, st.	1,00	1,37	0,90	1,22
162h15	1,72	-3,80	-0,90	0,46
178h13	0,95	-3,00	2,60	1,15
Медведь / Medved'	1,69	0,64	-0,40	-0,2
Кировский 2 / Kirovsky 2	2,35	-2,40	-0,20	0,46
25h18	-0,80	8,18	8,01	1,17
4h14	0,66	2,28	2,52	2,62
79h14	0,48	6,94	1,52	1,47
91h18	0,42	2,32	4,20	1,07
41h18	0,93	0,98	1,95	0,37
50h18	1,63	-2,40	2,16	1,26

Таблица 5 – Стабильность (S_i) параметров структуры продуктивности сортов и линий овса пленчатого (2020-2022 гг.) /

Table 5 – Stability (S_i) of parameters of the productivity structure of varieties and lines of hulled oats (2020-2022)

Сорт, линия / Variety, line	Число колосков / Number of spikelets	Число зерен / Number of grains	Масса зерна с метелки / Grain weight from a panicle	Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains
	в метелке / from a panicle			
Кречет, ст. / Krechet, st.	3,65	18,2	0,01	3,87
162h15	9,69	23,8	0,05	0,19
178h13	1,23	21,7	0,04	7,42
Медведь / Medved'	0,02	22,6	0,03	0,39
Кировский 2 / Kirovsky 2	0,09	13,2	0,03	0,35
25h18	13,7	136,0	0,05	1,63
4h14	1,61	8,2	0,01	0,36
79h14	16,3	11,5	0,06	4,23
91h18	6,01	26,2	0,01	1,16
41h18	1,21	0,1	0,03	1,62
50h18	54,9	5,3	0,05	1,51

Высокая адаптивная реакция сортов и линий (КА) отмечена по числу колосков в метелке от 100,4 до 123,1 % у 4 линий и 2 сортов; по числу зерен в метелке от 110,0 до 118,5 %

и массе зерна с метелки от 107,9 до 126,1 % – у 3 линий и 1 сорта; по массе 1000 зерен от 102,2 до 109,6 % – у 3 линий и 2 сортов (табл. 6).

Таблица 6 – Коэффициент адаптивности (КА) сортов и линий овса пленчатого по параметрам структуры продуктивности, % (2020-2022 гг.) /

Table 6 – Adaptive reaction of varieties and lines of hulled oats according to the parameters of the productivity structure, % (2020-2022)

Сорт, линия / Variety, line	Число колосков / Number of spikelets	Число зерен / Number of grains	Масса зерна с метелки / Grain weight from a panicle	Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains
	в метелке / from a panicle			
Кречет, ст. / Krechet, st.	101,9	99,8	97,7	98,9
162h15	100,4	110,1	107,9	98,6
178h13	101,8	90,9	84,1	92,8
Медведь/ Medved'	85,9	84,9	93,0	109,0
Кировский 2 / Kirovskiy 2	123,1	118,5	121,3	102,2
25h18	107,5	114,2	126,1	109,6
4h14	91,4	94,5	85,1	90,6
79h14	89,8	89,1	77,2	90,3
91h18	85,0	91,7	93,8	102,9
41h18	114,7	110,8	117,3	105,4
50h18	97,6	96,8	96,2	99,8

Менее адаптивными по параметру «число зерен в метелке», который более тесно связан с урожайностью, отмечены линии 178h13, 4h14, 79h14, 91h18, 50h18 и сорт Медведь с показателями адаптивной реакции на уровне и ниже стандарта Креchet.

Низкий уровень стрессоустойчивости, согласно уравнениям А. А. Rosieie, J. Hamblin ($Y_{min} - Y_{max}$) характерен для сортов с широкой приспособительной способностью. Наиболее стрес-

соустойчивыми по числу колосков выделились линии 91h18, 4h14, 41h18, 79h14, 178h13 (-3,9...-5,9); по числу зерен в метелке – линия 41h18 (-2,0); по массе зерна с метелки – стандарт Креchet (-0,02); по массе 1000 зерен – линия 162h15 (-1,6) и сорта Медведь (-1,2) и Кировский 2 (-1,6). По массе 1000 зерен меньшая стрессоустойчивость отмечена у линии 4h14 (-9,3), 178h13 и 79h14 (-5,3) (табл. 7).

Таблица 7 – Стрессоустойчивость и генетическая гибкость сортов и линий овса пленчатого по элементам структуры продуктивности (2020-2022 гг.) /

Table 7 – Stress resistance and genetic flexibility in varieties and lines of hulled oats by elements of the productivity structure (2020-2022)

Сорт, линия/ Variety, line	Число колосков / Number of spikelets		Число зерен / Number of grains		Масса зерна с метелки / Grain weight from a panicle		Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	
	в метелке / from a panicle							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Креchet, ст. / Krechet, st.	-6,8	27,0	-6,0	38,7	-0,02	1,30	-4,7	34,2
162h15	-11,9	27,1	-11,1	41,1	-0,39	1,44	-1,6	34,5
178h13	-5,9	26,8	-9,4	18,5	-0,35	1,09	-5,3	33,2
Медведь / Medved'	-9,8	22,0	-6,7	32,6	-0,28	1,26	-1,2	38,4
Кировский 2 / Kirovsky 2	-13,9	31,8	-7,3	44,2	-0,27	1,54	-1,6	35,7
25h18	-7,0	27,7	-24,5	44,8	-0,99	1,79	-4,1	38,1
4h14	-4,5	24,3	-6,6	36,0	-0,22	1,17	-9,3	31,5
79h14	-5,8	24,9	-16,2	32,7	-0,33	0,99	-5,3	31,0
91h18	-3,9	23,4	-8,2	35,8	-0,44	1,32	-3,9	36,6
41h18	-5,8	30,2	-2,0	41,6	-0,17	1,54	-2,2	37,2
50h18	-13,9	28,0	-6,5	36,5	-0,28	0,40	-4,6	35,6

Примечания / Notes: 1 – ($Y_{min} - Y_{max}$); 2 – ($Y_{min} + Y_{max}$)/2

Соответствие генотипа факторам внешней среды отражает компенсаторная способность $(Y_{min} + Y_{max})/2$. Высокая генетическая гибкость по числу колосков в метелке выявлена у линии 41h18 (30,2) и сорта Кировский 2 (31,8); по числу зерен в метелке – у линии 25h18 (44,8) и сорта Кировский 2 (44,2); по массе зерна с метелки – у линии 25h18 (1,79); по массе 1000 зерен – у линии 25h18 (38,1) и сорта Медведь (38,4). По массе 1000 зерен меньшая генетическая гибкость отмечена у линий 4h14 (31,5) и 79h14 (31,0).

Для более полной и всесторонней оценки характеристики генотипа исследователи [11, 12] используют данные, полученные методом

ранжирования по параметрам суммирования рангов. В наших исследованиях наименьшая сумма рангов получена по числу колосков в метелке у сорта Кировский 2 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 14$) и линии 41h18 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 17$); по числу зерен в метелке и массе зерна с метелки – у линии 41h18 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 14$ и 15 соответственно); по массе 1000 зерен – у линий 25h18, 91h18, 41h18, 50h18, 162h15 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 21...27$) и сортов Медведь и Кировский 2 ($\Sigma_{\text{рангов}} = 18...22$) (табл. 8). Данные линии и сорта способны формировать стабильно высокую урожайность в контрастных погодных условиях за счет тех или иных элементов структуры продуктивности.

Таблица 8 – Ранги параметров адаптивной способности сортов и линий овса пленчатого по элементам структуры продуктивности /

Table 8 – Ranks of parameters of adaptive ability of varieties and lines of hulled oats by elements of productivity structure

Сорт, линия / Variety, line	Число колосков / Number of spikelets	Число зерен / Number of grains	Масса зерна с метелки / Grain weight from a panicle	Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	Общая сумма по рангам / Total by ranks
	в метелке / from the panicle				
Кречет, ст. / Krechet, st.	26	23	20	35	104
162h15	29	37	30	26	122
178h13	26	45	31	43	145
Медведь/ Medved'	32	41	31	18	122
Кировский 2 / Kirovsky 2	14	23	19	22	78
25h18	33	26	17	21	97
4h14	32	25	24	33	114
79h14	39	35	32	42	148
91h18	39	36	23	24	122
41h18	17	14	15	25	71
50h18	34	25	30	27	116

Сорт Кировский 2, перспективные линии 25h18 и 41h18 имели наименьшую общую сумму рангов (71...97) всех изученных показателей. Следует отметить, что сорт Кировский 2 в 2021 г. передан на государственное сортоиспытание, сорт формирует высокую урожайность, массу 1000 зерен, ценное по качеству зерно, имеет практическую устойчивость к пыльной головне и корончатой ржавчине [13].

Выводы. 1. На формирование элементов структуры продуктивности сортов и линий овса пленчатого оказали влияние гидротермические условия отдельных периодов вегетации. В условиях Кировской области выявлена достоверная прямая корреляционная зависимость количества колосков в метелке от значений ГТК

в период «всходы-выметывание» ($r = 0,65$), числа зерен в метелке – «всходы-цветение» ($r = 0,63$), массы 1000 зерен – «выметывание-созревание» ($r = 0,72$). Число зерен в метелке напрямую зависело от значений индекса условий среды в годы исследований ($r = 0,97$).

2. Элементы структуры продуктивности растений находятся в сложной корреляционной зависимости и зачастую только в совокупности определяют урожайность зерна. Математический анализ результатов исследований показал значительную роль в формировании урожайности овса пленчатого параметров «число зерен в метелке», «масса зерна с метелки», «масса 1000 зерен».

3. Для создания нового селекционного материала среди линий и сортов овса пленчатого селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

выявлены генотипы с высокой адаптационной способностью: сорт Кировский 2, перспективные линии 25h18 и 41h18.

Список литературы

1. Ahmad Z., Waraich E. A., Akhtar S., Anjum S., Ahmad T., Mahboob W., Hafeez O. B. A., Tapera T., Labuschagne M., Rizvan M. Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2018;40:80. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2651-6>
2. Batalova G. A., Shchennikova I. N., Lisitsyn E. M. Breeding of grain crops in extreme climatic conditions. *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies*. Waretown, NJ: Apple Academic Press, 2016. pp. 3-16. DOI: <https://doi.org/10.1201/b19861-3>
3. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В. Адаптивный потенциал коллекционных образцов овса пленчатого в условиях Кировской области. *Таврический вестник аграрной науки*. 2022;2(30):143-154. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49231773> EDN: AIRDGB
4. Власов А. Г., Халецкий С. П., Булавина Т. М. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2020;6(4):397-404. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404> EDN: PZZPDQ
5. Войцукская Н.П., Лоскутов И.Г. Селекционная ценность европейских образцов овса в условиях Кубанской опытной станции ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(1):52-58. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-52-58> EDN: XDPRXL
6. Иванова И. Ю., Иванова А. О., Ильина С. В. Корреляционная зависимость урожайности пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019;(4(32)):119-125. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142> EDN: RPVZCI
7. Маслова Г. Я., Абдраев М. Р., Шарапов И. И., Шарапова Ю. А. Корреляционный анализ урожайности и элементов продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2-4):680-683. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37313258> EDN: ZDFTAL
8. Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Демина Е. А., Чекмасова К. Ю. Селекционная оценка признака масса 1000 зерен в засушливых условиях. *Успехи современного естествознания*. 2020;(5):7-12. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37384> EDN: OWEEQI
9. Пушкарев Д. В., Чурсин А. С., Кузьмин О. Г., Краснова Ю. С., Каракоз И. И., Шаманин В. П. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2018;(3(31)):26-35. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004> EDN: YARSBV
10. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Озерненность, масса зерна колоса и масса 1000 зерен в повышении урожайности озимой мягкой пшеницы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015;3(53):27-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339> EDN: UBLIFT
11. Николаев П. Н., Юсова О. А., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивный потенциал сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра. *Земледелие*. 2020;(2):27-31. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10207> EDN: YWMTSZ
12. 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: Агрономия и животноводство*. 2021;16(1):42-53. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-1-42-53> EDN: NKNZQB
13. Баталова Г. А., Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Жуйкова О. А. Некоторые результаты селекции яровых зерновых на иммунитет в условиях Волго-Вятского региона России. *Эколого-генетические основы селекции возделывания сельскохозяйственных культур: мат-лы Международ. научн.-практ. конф. и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства*. Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2022. С. 4-7. DOI: <https://doi.org/10.33775/conf-2022-4-7>

References

1. Ahmad Z., Waraich E. A., Akhtar S., Anjum S., Ahmad T., Mahboob W., Hafeez O. B. A., Tapera T., Labuschagne M., Rizvan M. Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2018;40:80. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2651-6>
2. Batalova G. A., Shchennikova I. N., Lisitsyn E. M. Breeding of grain crops in extreme climatic conditions. *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies*. Waretown, NJ: Apple Academic Press, 2016. pp. 3-16. DOI: <https://doi.org/10.1201/b19861-3>
3. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V. Adaptive potential of filmy *avenasativa* l. samples under conditions of the Kirov region. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2022;2(30):143-154. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49231773>

4. Vlasov A. G., Khaletskiy S. P., Bulavina T. M. Adaptive properties and features of productivity formation of belarusian oat varieties. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* = Vestnik of the Mari State University Chapter «Agriculture. Economics». 2020;6(4):397-404. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404>
5. Voytsutskaya N. P., Loskutov I. G. Breeding value of european oat accessions in the environments of Kuban experiment station of VIR. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(1):52-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-52-58>
6. Ivanova I. Yu., Ivanova A. O., Ilyina S. V. Correlation dependence of soft spring wheat productivity on productivity elements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2019;(4(32)):119-125. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>
7. Maslova G. Ya., Abdryayev M. R., Sharapov I. I., Sharapova Yu. A. Correlation analysis of yield and elements of productivity of winter soft wheat varieties in the arid conditions of steppe zone of middle Volga region. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-4):680-683. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37313258>
8. Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Demina E. A., Chekmasova K. Yu. Breeding evaluation of the trait mass of 1000 grains in arid conditions. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2020;(5):7-12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37384>
9. Pushkarev D. V., Chursin A. S., Kuz'min O. G., Krasnova Yu. S., Karakoz I. I., Shamanin V. P. Correlation of yield with elements of productivity of varieties of spring soft wheat in the conditions of the steppe zone of the Omsk region. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2018;(3(31)):26-35. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004>
10. Kovtun V. I., Kovtun L. N. Correlation of grain content in an ear, grain mass of one ear and mass of 1000 grains with soft winter wheat yields increase. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015;3(53):27-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>
11. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptive potential of spring oats varieties bred in Omsk agricultural scientific center. *Zemledelie*. 2020;(2):27-31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10207>
12. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Aniskov N. I., Safonova I. V. Screening of oat cultivars developed in omsk for conditions of the southern foreststeppe in Western Siberia. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2021;16(1):42-53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-1-42-53>
13. Batalova G. A., Sheshegova T. K., Shchekleina L. M., Zhuikova O. A. Some results of breeding spring grains for immunity in the Volga-Vyatka region of Russia. Ecological and genetic bases of breeding in the cultivation of agricultural crops: Proceedings of International scientific-practical conf. and schools of young scientists on the ecological and genetic foundations of crop production. Krasnodar: FGBNU «FNTs risa», 2022. pp. 4-7. DOI: <https://doi.org/10.33775/conf-2022-4-7>

Сведения об авторах

✉ **Жуйкова Ольга Анатольевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции овса, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166 а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3290-4827>, e-mail: zhuikova_o@mail.ru

Баталова Галина Аркадьевна, доктор с.-х. наук, академик РАН, заведующая отделом селекции овса, заместитель директора по селекционной работе, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166 а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

Information about the authors

✉ **Olga A. Zhuikova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Oat Breeding, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin Str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3290-4827>, e-mail: zhuikova_o@mail.ru

Galina A. Batalova, DSc in Agricultural Science, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Oat Breeding, Deputy Director for Breeding Work, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin Str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

✉ – Для контактов / Corresponding author