

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА ПЛЕНЧАТОГО ПО УРОЖАЙНОСТИ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Тулякова, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства овса, Tulyakova1966@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-4493-1005;
Г. А. Баталова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий отделом селекции и семеноводства овса, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X;
С. С. Салтыков, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства овса, sergei3221@outlook.com, ORCID ID: 0009-0001-2371-0617;
С. В. Пермякова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства овса, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9595-1129
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого», 610007, г Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: Tulyakova1966@bk.ru?

В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2021–2023 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Цель исследований – оценка коллекционных сортов овса пленчатого по урожайности зерна, параметрам адаптивности в почвенно-климатических условиях Кировской области. Материалом для изучения послужили 9 коллекционных сортов овса и сорт стандарт Кречет. По признаку «урожайность» проводили расчет параметров адаптивности. В годы испытаний изучаемые сорта овса в значительной степени отличались изменчивостью урожайности ($V = 16,8–30,0 \%$). Наибольшее влияние на формирование урожайности овса оказал фактор «год» – $90,3 \%$. В засушливом 2021 г. урожайность сортов овса была низкой ($276–401 \text{ г/м}^2$) при отрицательном индексе условий среды ($I_j = -163$), в наиболее благоприятном 2022 г. – соответственно $463–682 \text{ г/м}^2$ и $I_j = 104$. Высокой стрессоустойчивостью, характеризовались сорта овса к-3967 0144 (-190 г/м^2) и 15584 Мутант 258 (-214 г/м^2). Высокая генетическая гибкость в контрастных условиях по средней урожайности отмечена у сортов овса 15472 Sumphony (504 г/м^2), к-3967 0144 (496 г/м^2) и 15340 Уран (487 г/м^2). Выделены генисточки: пластичные к-3967 0144, 15472 Sumphony, 15340 Уран, к-3951 0146, к-3954 0149 ($ИЭП = 1,13–1,0$); с высокой стабильностью признака урожайности к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149 ($SF = 1,47–1,78$). Низкую вариабельность и высокую гомеостатичность наблюдали у сортов овса к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149 ($V = 16,8–22,8 \%$; $Нот = 31,31–20,75$) с высоким индексом стабильности ($Ис = 5,95–4,38$). Коэффициент адаптивности подтверждает высокую адаптивность сортов овса к-3967 0144, 15472 Sumphony и 15340 Уран ($КА = 112,3–108 \%$). В адаптивной селекции для дальнейшей работы представляют интерес сорта овса к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149, 15472 Sumphony, 15340 Уран, которые наиболее адаптивны по сумме рангов. На основании комплексной оценки по признаку «урожайность», параметрам адаптивности лучшим сортом овса признан к-3967 0144, который способен формировать высокую среднюю урожайность (526 г/м^2) в меняющихся погодных условиях.

Ключевые слова: сорта овса, урожайность, индекс условий среды, адаптивность, стабильность, пластичность.

Для цитирования: Тулякова М. В., Баталова Г. А., Салтыков С. С., Пермякова С. В. Оценка параметров адаптивности коллекционных сортов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 2. С. 49–55. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-49-55.



ESTIMATION OF ADAPTABILITY PARAMETERS OF COLLECTION HULLED OATS VARIETIES ACCORDING TO PRODUCTIVITY IN THE KIROV REGION

M. V. Tulyakova, senior researcher of the laboratory for oats breeding and primary seed production, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4493-1005;
G. A. Batalova, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician RAS, head of the department of oats breeding and primary seed production, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X;
S. S. Saltykov, junior researcher of the laboratory for oats breeding and primary seed production, sergei3221@outlook.com, ORCID ID: 0009-0001-2371-0617;
S. V. Permyakova, junior researcher of the laboratory for oats breeding and primary seed production, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9595-1129
FSBSI "Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky" 610007, Kirov, Lenin Str., 166A; e-mail: Tulyakova1966@bk.ru

The current paper has presented the study results conducted on the experimental plot of the Falenskaya breeding station of the branch of the FSBI FANC of the North-East in 2021–2023. The purpose of the study was to evaluate the collection hulled oat varieties according to grain productivity and adaptability parameters in the soil and climatic conditions of the Kirov region. The materials for the study were 9 collection oat varieties and the standard variety 'Krechet'. According to the trait 'productivity', there have been estimated adaptability parameters. During the testing years, the studied variety samples differed significantly in productivity variability ($V = 16.8–30.0 \%$). The factor

'year' had the greatest effect on the formation of oat yields (90.3 %). In the arid year of 2021, the varieties' productivity was low (276–401 g/m²), with a negative index of environmental conditions ($I_j = -163$), in the most favorable year of 2022, it was 463–682 g/m² and $I_j = 104$, respectively. The variety samples 'k-3967 0144' (-190 g/m²) and '15584 Mutant 258' (-214 g/m²) were characterized by high stress resistance. High genetic flexibility of mean productivity under contrasting conditions was established in the variety samples '15472 Sumphony' (504 g/m²), 'k-3967 0144' (496 g/m²) and '15340 Uran' (487 g/m²). There have been identified such gene sources as plastic 'k-3967 0144', '15472 Sumphony', '15340 Uran', 'k-3951 0146', 'k-3954 0149' (IEP = 1.13–1.0), and with high stability of the trait 'productivity' 'k-3967 0144', '15584 Mutant 258', 'k-3954 0149' (SF = 1.47–1.78). Low variability and high homeostaticity were found in the variety samples 'k-3967 0144', '15584 Mutant 258', 'k-3954 0149' (V = 16.8–22.8 %; Hom = 31.31–20.75) with a high stability index ($I_s = 5.95$ –4.38). The adaptability coefficient has confirmed the high adaptability of variety samples 'k-3967 0144', '15472 Sumphony' and '15340 Uran' (KA = 112.3–108 %). In adaptive breeding for further work, the varieties 'k-3967 0144', '15584 Mutant 258', 'k-3954 0149', '15472 Sumphony', '15340 Uran' are of great interest, since they are the most adaptive in terms of the sum of ranks. Based on a comprehensive estimation of productivity and adaptability parameters, 'k-3967 0144' was recognized as the best variety sample, which can give a large mean productivity (526 g/m²) in changing weather conditions.

Keywords: variety sample, productivity, environmental index, adaptability, stability, plasticity.

Введение. Овес во всем мире широко известная культура, которая способна формировать экономически значимые урожаи зерна в различных агроклиматических условиях. Проблема приспособления его в Волго-Вятском регионе связана с контрастностью условий ведения земледелия, в том числе неравномерным по годам распределением тепла и осадков (Баталова и др., 2021). Сорт – это основа любой отрасли сельскохозяйственного производства, он определяет основные требования к технологии возделывания (Сапега и Турсумбекова, 2020). В регионах с меняющимися на протяжении всего периода вегетации агроклиматическими условиями, значение имеет в первую очередь экологическая сортоустойчивость (Путина и Беседин, 2019). Сочетание в сорте высокого уровня продуктивности и экологической стабильности на сегодняшний день становится важной задачей (Hassan et al., 2013). На рост и развитие растений большое влияние оказывают стрессовые факторы окружающей среды, которые в дальнейшем могут привести к снижению урожайности зерна (Tshikunde et al., 2019). Урожайность – важный признак, характеризующий селекционную ценность генотипа, в то же время урожайность – это сложный генетический признак, который зависит от многих составляющих. Отмечают, что на формирование урожайности большое влияние оказывают погодные условия и тип почв (Асеева и Зенкина, 2019). Для правильного размещения сортов в различных почвенно-климатических зонах необходим их потенциал адаптивности (Рыбась и др., 2023). Перед селекционерами стоит задача создания новых экологически пластичных сортов, характеризующихся высокой урожайностью и адаптивностью к меняющимся климатическим условиям среды (Ашиев и др., 2023).

Цель исследований – оценка коллекционных сортообразцов овса пленчатого по урожайности зерна, параметрам адаптивности в почвенно-климатических условиях Кировской области.

Материалы и методы исследований. Изучение коллекционных сортообразцов овса пленчатого проводили в 2021–2023 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: стрес-

соустойчивость определяли по А.А. Rossielle, J. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005); индекс экологической пластичности (ИЭП) – по А.А. Грязнову, коэффициент адаптивности – по Л.А. Животкову и др. (Поползухин и др., 2018); гомеостатичность (Hom) – по В.В. Хангильдину, индекс стабильности (Ис) рассчитывали по Р.А. Удачину (Аниськов и Сафонова, 2020); фактор стабильности считали согласно методике Lewis L., (1954) в изложении Юсовой и др., 2020. Объекты исследований – 9 сортообразцов овса пленчатого, выделенные по наивысшей урожайности из коллекционного питомника: 15472 Sumphony (Германия), 15584 Мутант 258 (Швеция), 15338 Креол, 15337 Половец, 15340 Уран (Россия), к-3954 0149, к-3967 0144, к-3951 0146, к-3959 0130 (США) и сорт стандарт Кречет (Россия). Почва опытного участка дерново-подзолистая, предшественник горох посевной, посев был проведен на делянках площадью 1 м² в трехкратной повторности. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета селекционно-ориентированной программы AGROS, версия 2.07.

Годы проведения исследований характеризовались контрастными условиями. Период вегетации 2021 г. отмечен как засушливый – ГТК = 0,68. Май был жарким, среднемесячная температура воздуха 15,0 °С, превышение нормы на 4,8 °С, ГТК за месяц составил 0,89. Июнь характеризовался как очень сухой (ГТК = 0,33), осадки практически отсутствовали, количество их составило 19,1 мм (29 % от нормы). Среднемесячная температура воздуха (19,3 °С) превысила климатическую норму на 3,3 °С. В июле преобладала теплая, временами жаркая погода, в некоторые дни температура воздуха достигала 30,6 °С и в среднем составила 18,8 °С, выпало 65,3 мм осадков (85 % от нормы). На протяжении всего периода вегетации наблюдали засуху, все это привело к ускоренному прохождению фаз развития растений и впоследствии негативно сказалось на урожайности овса. Вегетационный период 2022 и 2023 гг. характеризовался как недостаточной влажный (ГТК = 0,75 и 0,89 соответственно). В 2022 г. май и июнь были влагообеспеченными (ГТК = 1,68 и 1,40). Наблюдали понижение относительно средней многолетней среднесу-

точной температуры воздуха – в мае на 1,9 °С, в июне на 0,7 °С соответственно. Сумма осадков за май и июнь составила 63,8 и 66,2 мм (138 и 100 % от нормы). Июль и август были засушливыми (ГТК = 0,84 и 0,14). В 1-й декаде июля выпало 36,0 мм осадков (119 % нормы). Выпавшие осадки в мае, июне и в 1-й декаде июля обеспечили запас влаги в почве, который оказал положительное влияние на рост и развитие растений овса на протяжении всего периода вегетации. В целом был получен высокий урожай зерна. В мае 2023 г. выпало 44,3 мм осадков, или 96 % от средней многолетней, ГТК = 0,96. В период «посев–кущение» выпало 40,1 мм осадков, что составляло 113 % от среднелетнего количества. ГТК в июне был

равен 0,65, однако осадки выпали в особенно важный для формирования высокой урожайности период – «кущение–выход в трубку». В июле сумма осадков составила 79,5 мм (103 % от нормы), ГТК = 1,36. Все это способствовало получению высокого урожая зерна.

Результаты и их обсуждение. Методом дисперсионного анализа установлено достоверное влияние факторов и их взаимодействие на урожайность овса. На изменение урожайности основное влияние оказал фактор А (год) – 90,3 %. Доля влияния генотипа фактора В (сорт) невелика и составила 3,2 %. Взаимодействие факторов (А × В) – 6,47 % свидетельствует о возможности повышения урожайности при использовании адаптивных сортов (табл. 1).

Таблица 1. Результаты дисперсионного двухфакторного анализа по урожайности коллекционных сортов образцов овса (2021–2023 гг.)
Table 1. Results of two-factor analysis of variance of productivity of the collection oat variety samples (2021–2023)

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅	Доля влияния фактора, %
Общая	15161188,0	269	–	–	–	–
Варианты	15161134,0	89	–	–	–	–
Фактор А (год)	13689927,0	2	6844963,5	22675002,0	19,46	90,3
Фактор В (сорт)	490391,625	29	16910,057	1,0	1,69	3,23
Взаимодействие А×В	980815,375	58	16910,609	56019,016	1,52	6,47
Остаток	53,733	178	0,302	–	–	–

Примечание. * – значимо на 5%-м уровне.

В годы испытаний все изучаемые генотипы, судя по коэффициенту вариации ($V = 16,8–30,0\%$), в значительной степени отличались изменчивостью урожайности. Адаптивные с низким коэффициентом вариации отмечены у сортов образцов к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149 ($V = 16,8–22,8\%$). С высоким коэффициентом вариации был сорт образец к-3951 0146 ($V = 30,0\%$). Индекс условий среды в годы наших исследований обладал существенной вариабельностью.

Условия 2021 г. ввиду его отрицательной величины ($I_j = -163$) можно считать недостаточно благоприятными. Средняя урожайность по изучаемым сортам образцам в засушливом 2021 г. была низкой – 315 г/м², она варьировала от 276 г/м² у сорта образца 15337 Половец до 401 г/м² у к-3967 0144. Образцы с наиболее высокой урожайностью к-3967 0144, 15472 Symphony, 15340 Уран, 15584 Мутант 258 превзошли стандарт Кречет на 98–10 г/м², или на 32,3–3,3 % (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность коллекционных сортов образцов овса (2021–2023 гг.)
Table 2. Productivity of the collection oat variety samples (2021–2023)

№ каталога	Образец	Урожайность, г/м ²			
		2021 год	2022 год	2023 год	среднее
	Кречет, st	303	523	492	439
15472	Symphony	325	682	574	527
15584	Мутант 258	313	527	504	448
15338	Креол	301	603	412	439
15337	Половец	276	463	518	440
15340	Уран	317	657	605	526
к-3954	0149	325	580	513	473
к-3967	0144	401	591	586	526
к-3951	0146	296	651	563	503
к-3959	0130	295	542	528	456
Среднее по опыту		315	582	536	478
НСР ₀₅		20	85	71	–
Индекс условий среды (I_j)		163	104	58	–

Для формирования высокого урожая овса более благоприятными были 2022 и 2023 гг., что подтверждает высокий индекс среды ($I_j = 104$ и 58). В 2022 г. урожайность сортов образ-

цов варьировала от 463 г/м² (15337 Половец) до 682 г/м² (15472 Symphony). Достоверно превысили стандарт (НСР₀₅ = 85 г/м²) пять сортов образцов: 15472 Symphony, 15340 Уран,

к-3951 0146, 15338 Креол, к-3967 0144. В 2023 г. средняя урожайность по опыту составила 536 г/м². Максимальная урожайность получена у сортообразцов 15340 Уран (605 г/м²), к-3967 0144 (586 г/м²), 15472 Symphony (574 г/м²) и к-3951 0146 (563 г/м²) при урожайности сорта-стандарта Кречет 492 г/м².

По разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$) определяли степень стрессоустойчивости сортообразцов к неблагоприятным климатическим условиям. Этот показатель имеет отрицательный знак:

чем меньше будет его величина, тем стрессоустойчивость сортообразцов и выносливость их к различным экстремальным условиям среды выше (Градобоева и Баталова, 2020). Повышенной стрессоустойчивостью в наших исследованиях в засушливом 2021 г. характеризовались сортообразцы к-3967 0144 (-190) и 15584 Мутант 258 (-214) с урожайностью 401–313 г/м² при среднем по сортам показателе 315 г/м² (табл. 3). Снижение урожайности относительно 2022 г. составило соответственно 32,2 и 40,6 %.

Таблица 3. Показатели стрессоустойчивости коллекционных сортообразцов овса (2021–2023 гг.)

Table 3. Stress resistance indicators of the collection oat variety samples (2021–2023)

№ каталога	Образец	Y_2 (min)	Y_1 (max)	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$
		г/м ²			
	Кречет, st	303	523	-220	414
15472	Symphony	325	682	-357	504
15584	Мутант 258	313	527	-214	420
15338	Креол	301	603	-302	452
15337	Половец	276	518	-305	429
15340	Уран	317	657	-340	487
к-3954	0149	325	580	-255	453
к-3967	0144	401	591	-190	496
к-3951	0146	296	651	-355	474
к-3959	0130	295	542	-247	419
Среднее по опыту	315	582	–	–	–

Гибкость генотипа ($(Y_1 + Y_2)/2$) и его компенсационную особенность определяют как среднеарифметическое между минимальной и максимальной, полученной в конкретных (стрессовых и не стрессовых) условиях. Максимальное значение показателя генетической гибкости между генотипом и факторами среды установлено у сортообразцов 15472 Symphony (504), к-3967 0144 (496) и 15340 Уран (487). Эти сортообразцы способны формировать высокую урожайность как в острозасушливые, так и в более благоприятные по влагообеспеченности годы.

По параметру индекса экологической пластичности (ИЭП) была дана оценка испытыва-

емым сортообразцам в меняющихся условиях среды, что дает вероятность наблюдать за сортообразцами, которые способны формировать высокую урожайность. Наиболее пластичным и ценным при возделывании считается сорт, у которого выше значение индекса экологической пластичности, за точку отсчета принимается единица (Николаев и др., 2018). Высокий индекс экологической пластичности (ИЭП = 1,13–1,0) был отмечен у сортообразцов к-3967 0144, 15472 Symphony, 15340 Уран, к-3951 0146, к-3954 0149. Низким индексом экологической пластичности (ИЭП = 0,95–0,92) отмечены сортообразцы 15584 Мутант 258, к-3959 0130, 15338 Креол, 15337 Половец (табл. 4).

Таблица 4. Параметры адаптивной способности сортообразцов овса по признаку «урожайность» (2021–2023 гг.)

Table 4. Adaptability parameters of the collection oat variety samples according to the trait 'productivity' (2021–2023)

№ каталога	Образец	CV, %	ИЭП	SF	Ис	Нот	КА, %
	Кречет, st	22,1	0,93	1,73	4,52	19,86	92
15472	Symphony	28,4	1,09	2,10	3,53	18,56	109
15584	Мутант 258	21,4	0,95	1,68	4,67	20,92	95
15338	Креол	28,4	0,92	2,00	3,52	15,46	91
15337	Половец	24,5	0,92	2,11	4,23	17,96	91
15340	Уран	28,4	1,09	2,07	3,52	18,52	108
к-3954	0149	22,8	1,00	1,78	4,38	20,75	100
к-3967	0144	16,8	1,13	1,47	5,95	31,31	112
к-3951	0146	30,0	1,04	2,20	3,33	16,78	103
к-3959	0130	24,9	0,95	1,84	4,03	18,31	93

Примечание. CV – коэффициент вариации, ИЭП – индекс экологической пластичности, SF – фактор стабильности, Ис – индекс стабильности, Нот – показатель гомеостатичности, КА – коэффициент адаптивности.

Согласно методике, предложенной D. Lewis (1954), чем больше отклонение показателей фактора стабильности (SF) от единицы, тем сорт менее стабилен, и у него низкая приспособительная способность к меняющимся факторам среды. Чем ниже показатели значения фактора стабильности, тем стабильнее сорт. Максимально высокая стабильность признака «урожайность» свойственна генотипам к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149 (SF = 1,47–1,78).

Большой интерес в наших исследованиях представляли генисточники, которые имели высокий уровень гомеостаза, характеризующего выносливость растений к воздействию на них экстремальных условий среды. По данному параметру выделены сортообразцы к-3967 0144 ($V = 16,8\%$; $Hom = 31,31$), 15584 Мутант 258 ($V = 21,4\%$; $Hom = 20,92$), к-3954 0149 ($V = 22,8\%$; $Hom = 20,75$), они способны реализовать свой потенциал в различных условиях среды. Выделены высокая вариабельность и низкая гомеостатичность у сортообразцов к-3951 0146 ($V = 30,0\%$; $Hom = 16,78$) и 15338 Креол ($V = 28,4\%$; $Hom = 15,46$), это говорит о том, что данные сортообразцы нестабильны и имеют низкую адаптивность к условиям возделывания.

Индекс стабильности (Ис) в нашем опыте был применен в качестве показателя проявления гомеостатических реакций сорто-

образцов в различных условиях внешней среды. Наиболее высокие показатели индекса стабильности отмечены у генисточников к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149 (Ис = 5,95–4,38).

Об адаптивных возможностях сортообразцов можно судить по коэффициенту адаптивности (КА), который был предложен Л.А. Животковым и др. По мнению Н.В. Тетяникова с соавт. (Тетяников и Боме, 2021), расчет коэффициента адаптивности позволяет оценить адаптивные и продуктивные возможности сортообразцов по изменчивости их урожайности в различные периоды вегетации относительно общей видовой адаптивной реакции сортообразцов на условия внешней среды. Рассчитанные коэффициенты подтверждали высокую адаптивность генотипов к-3967 0144, 15472 Symphony, 15340 Уран (КА = 112,3–108 %). Изучив все параметры адаптивности, мы можем применить в наших исследованиях метод ранжирования, который дает полную информацию о параметрах адаптивности данных генотипов (табл. 5). Сортообразцы к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149, 15472 Symphony, 15340 Уран имели наименьшую сумму рангов (9–44). Судя по этим данным, можно сказать, что эти генотипы сохраняли устойчивость по показателю «урожайность» в варьирующих условиях среды.

Таблица 5. Ранжирование сортообразцов овса по параметрам адаптивности
Table 5. Ranking of the oat variety samples according to adaptability parameters

№ каталога	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$	CV, %	ИЭП	SF	Ис	Hom	КА, %	Сумма рангов
Кречет. st	3	10	3	6	3	3	4	8	40
15472	10	1	7	2	8	7	5	2	42
15584	2	8	2	5	2	2	2	6	29
15338	6	6	7	7	6	8	10	9	59
15337	7	7	5	7	9	5	8	9	57
15340	8	3	7	2	7	8	6	3	44
к-3954	5	5	4	4	4	4	3	5	34
к-3967	1	2	1	1	1	1	4	1	9
к-3951	9	4	8	3	10	9	9	4	56
к-3959	4	9	6	5	5	6	7	7	49

Выводы. Таким образом, снижение урожайности сортообразцов до 276–401 г/м² наблюдали в засушливом 2021 г., индекс условий среды отрицательный ($I_j = -163$). В 2022 г. условия для формирования высокой урожайности (463–682 г/м²) были наиболее благоприятными, индекс условий среды положительный ($I_j = 104$). Отмечены стрессоустойчивые сортообразцы к-3967 0144 (–190 г/м²), 15584 Мутант 258 (–214 г/м²); с высокой генетической гибкостью – 15472 Symphony (504 г/м²), к-3967 0144 (496 г/м²) и 15340 Уран (487 г/м²). Выделены сортообразцы: с высоким индексом пластичности – к-3967 0144, 15472 Symphony, 15340 Уран, к-3951 0146, к-3954 0149 (ИЭП = 1,13–1,0); с высокой стабильностью – к-3967 0144, 15584 Мутант 258,

к-3954 0149 (SF = 1,47–1,78). С низкой вариабельностью и высокой гомеостатичностью ($V = 16,8$ – $22,8\%$; $Hom = 31,31$ – $20,75$), с высоким индексом стабильности (Ис = 5,95–4,38) отмечены сортообразцы к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149. С высоким коэффициентом адаптивности были отмечены сортообразцы к-3967 0144, 15472 Symphony, 15340 Уран (КА = 112,3–108 %).

В результате наших испытаний интерес для дальнейшей работы в селекции представляют сортообразцы к-3967 0144, 15584 Мутант 258, к-3954 0149, 15472 Symphony, 15340 Уран. Эти сортообразцы имеют наименьшую сумму рангов, то есть они сохраняют устойчивость в варьирующих условиях среды. По всем параметрам с высоким потенциалом

адаптивности превзошел сорт к-3967 0144, который способен формировать высокую среднюю урожайность (526 г/м²) в почвенно-климатических условиях Кировской области. Выделенные сортообразцы по оценке пара-

метров адаптивности представляют большой интерес для привлечения их в дальнейшем в процесс гибридизации для создания новых адаптивных сортов.

Библиографические ссылки

1. Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Продуктивность и адаптивность сортов озимой ржи селекции ВИР в условиях Северо-Западного региона // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 58. (3) С. 5–9. DOI: 10.18411/lj-02-2020-38. Idsp: ljjournal-02-2020-38
2. Асеева Е.А., Зенкина К.В. Адаптивность сортов яровой тритикале в агроэкологических условиях Среднего Приамурья // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 9–11. DOI: 10.31857/S2500-2627201919-11
3. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Оценка параметров адаптивности образцов гороха с разным типом листа // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 6. С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-24-28
4. Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Жуйкова О.А., Бишарев А.А., Тулякова М.В. Селекция овса пленчатого в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 3. С. 11–15. DOI: 10.1857/S2500262721030030
5. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
6. Градобоева Т.П., Баталова Г.А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76
7. Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В. Адаптивность урожайности ярового овса в условиях Омского прииртышья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179(4), С. 28–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-28-38
8. Поползухин П.В., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья // Земледелие. 2018. № 3. С. 40–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
9. Путина О.В., Беседин А.Г. Абиотические стресс-факторы и их влияние на накопление ассимиляторов растениями и урожайность овощного гороха // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180(2), С. 51–59. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59
10. Рыбась И.А., Иванисов М.М., Марченко Д.М., Киринов А.В., Романюкина И.В., Чухненко Ю.Ю., Ивженко Н.А. Оценка параметров адаптивности сортов озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 6. С. 67–73. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-67-73
11. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 21(2). С. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
12. Тетяников Н.В., Боме Н.А. Анализ взаимодействия «генотип × среда» и оценка адаптивного потенциала ячменя в условиях Северного Зауралья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182(3), С. 63–73. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-63-73
13. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафронова И.В. Аниськов Н.И. Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06(197). С. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48
14. Hassan M. S., Mohamed G. I. A., El-Said R. A. S. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments // Asian Journal of Crop science. 2013. Vol. 5, Iss. 2. С. 179–189. DOI: 10.3923/ajcs.2013.179.189
15. Tshikunde N. M., Mashilo J., Shimelis H., Odindo A. Agronomik and physiological traits, and associated quantitative trait loci (QTL) affecting yield response in wheat (*Triticum aestivum* L.): A review // Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10, Article number: 1428. DOI: 10.3389/FPIS.2019.01428

References

1. Anis'kov N. I., Safonova I. V. Produktivnost' i adaptivnost' sortov ozimoi rzhi seleksii VIR v usloviyakh Severo-Zapadnogo regiona [Productivity and adaptability of winter rye varieties developed by VIR in the conditions of the North-Western region] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2020. № 58. (3) S. 5–9. DOI: 10.18411/lj-02-2020-38. Idsp: ljjournal-02-2020-38
2. Aseeva E. A., Zenkina K. V. Adaptivnost' sortov yarovoi tritikale v agroekologicheskikh usloviyakh Srednego Priamur'ya [Adaptability of spring triticale varieties in the agroecological conditions of the Middle Amur region] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2019. № 1. S. 9–11. DOI: 10.31857/S2500-2627201919-11
3. Ashiev A. R., Khabibulin K. N., Skulova M. V. Otsenka parametrov adaptivnosti obraztsov gorokha s raznym tipom lista [Estimation of adaptability parameters of pea samples with different leaf types] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 6. S. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-24-28
4. Batalova G. A., Shevchenko S. N., Zhuikova O. A., Bisharev A. A., Tulyakova M. V. Seleksiya ovsa plenchatogo v usloviyakh nestabil'nosti agroklimaticheskikh resursov [Breeding of hulled oats under instable agroclimatic resources] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2021. № 3. S. 11–15. DOI: 10.1857/S2500262721030030
5. Goncharenko, A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties] // Vestnik RASKhN. 2005. № 6. S. 49–53.

6. Gradoboeva T.P., Batalova G.A. Vliyanie faktorov sredy na ustoichivost' ovsa k pyl'noi golovne [The effect of environmental factors on oats' smut resistance] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 3(69). S. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76
7. Nikolaev P.N., Anis'kov N. I., Yusova O.A., Safonova I.V. Adaptivnost' urozhainosti yarovogo ovsa v usloviyakh Omskogo priirtysh'ya [Adaptability of spring oat productivity in the conditions of the Omsk Irtysh region] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2018. T. 179(4), S. 28–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-28-38
8. Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N. I., Yusova O.A., Safonova I.V. Otsenka produktivnosti i adaptivnykh svoystv sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Sibirskogo Priirtysh'ya [Estimation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties in the conditions of the Siberian Irtysh region] // Zemledelie. 2018. № 3. S. 40–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
9. Putina O.V., Besedin A.G. Abioticheskie stress-faktory i ikh vliyanie na nakoplenie assimilyatorov rasteniyami i urozhainost' ovoshchnogo gorokha [Abiotic stress factors and their effect on the accumulation of assimilators by plants and productivity of vegetable peas] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2019. T. 180(2), S. 51–59. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59
10. Rybas' I. A., Ivanisov M.M., Marchenko D.M., Kirin A.V., Romanyukina I.V., Chukhnenko Yu. Yu., Ivzhenko N.A. Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoi pshenitsy v yuzhnoi zone Rostovskoi oblasti [Estimation of adaptability parameters of winter wheat varieties in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 6. S. 67–73. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-67-73
11. Sapega V.A., Turumbekova G.Sh. Urozhainost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v yuzhnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Productivity, ecological adaptability, and stability of spring common and durum wheat varieties in the southern forest-steppe of the Tyumen region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2020. № 21(2). C. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
12. Tetyannikov N.V., Bome N.A. Analiz vzaimodeystviya «genotip × sreda» i otsenka adaptivnogo potentsiala yachmenya v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Analysis of the correlation «genotype × environment» and estimation of the adaptive potential of barley in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2021. T. 182(3), S. 63–73. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-63-73
13. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Safronova I.V. Anis'kov N.I. Analiz sortov ovsa Omskoi selektsii po sboru belka s edenitsy ploshchadi [Analysis of oat varieties of Omsk breeding for protein yield per unit area] // Agrarnyi vestnik Urala. 2020. № 06(197). S. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48
14. Hassan M.S., Mohamed G.I.A., El-Said R.A.S. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments // Asian Journal of Crop science. 2013. Vol. 5, Iss. 2. S. 179–189. DOI: 10.3923/ajcs.2013.179.189
15. Tshikunde N.M., Mashilo J., Shimelis H., Odindo A. Agronomik and physiological traits, and associated quantitative trait loci (QTL) affecting yield response in wheat (*Triticum aestivum* L.): A review // Froniers in Plant Science. 2019. Vol. 10, Article number: 1428. DOI: 10.3389/FPLS.2019.01428

Поступила: 05.03.24; доработана после рецензирования: 29.03.24; принята к публикации: 09.04.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Тулякова М.В., Баталова Г.А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Тулякова М.В., Салтыков С.С. Пермякова С.В. – подготовка опыта, выполнение полевых лабораторных опытов и сбор данных, их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.