

Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79

УДК 633.13.631.52 (212.3:571.1)

Поступление/Received: 15.06.2020

Принято/Accepted: 01.03.2021



М. В. ТУЛЯКОВА¹, Г. А. БАТАЛОВА^{1*}, И. Г. ЛОСКУТОВ²,
С. В. ПЕРМЯКОВА¹, Н. В. КРОТОВА¹

¹ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
610007 Россия, Республика Коми, г. Киров, ул. Ленина, 166а
* [✉ g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru)

² Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н.И. Вавилова,
190000 Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская, 42, 44
[✉ i.loskutov@vir.nw.ru](mailto:i.loskutov@vir.nw.ru)

Assessment of adaptability parameters
in hulled oat germplasm accessions in terms
of their yield in the environments
of Kirov Province

M. V. TULYAKOVA¹, G. A. BATALOVA^{1*}, I. G. LOSKUTOV²,
S. V. PERMYAKOVA¹, N. V. KROTOVA¹

¹ N.V. Rudnitsky Federal Agricultural
Science Center of the North-East,
166a Lenina St., Kirov 610007,
Komi Republic, Russia
* [✉ g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru)

² N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,
St. Petersburg 190000, Russia
[✉ i.loskutov@vr.nw.ru](mailto:i.loskutov@vr.nw.ru)

Актуальность. Изучение генофонда культуры в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет прогнозировать селекционную ценность образцов, а их последующее включение в селекционный процесс обеспечивает создание адаптивных сортов, способных реализовать продуктивный потенциал в производственных условиях.

Материалы и методы. В ФАНЦ Северо-Востока определены параметры стабильности (S_i^2) и пластичности (b_i ; ПУСС), индекс условий среды (I_i), гомеостатичность (Hom), устойчивость к стрессу и индекс стабильности (Is) для 12 образцов овса пленчатого (*Avena sativa* L.).

Результаты. Наибольшую стрессоустойчивость имели образцы 2981 IG100720 (США) и к-15293 BORYNA (Польша), генетическую гибкость – 2981 IG100720 (США), 3007 IG100848 (Германия), к-15330 КСИ 590/05 и к-15178 'Бегунок' (Россия). Выделены источники пленчатого овса интенсивного типа к-15330 КСИ 590/05 (Россия) ($b_i = 1,36$), к-15331 КСИ 2167/03 (Россия) ($b_i = 1,60$), у которых была повышенная урожайность 856 и 889 г/м² – при улучшении условий выращивания в 2017 г., в условиях засушливого 2016 г. – 365 и 285 г/м². К среднеинтенсивным наиболее пластичным можно отнести образцы к-15178 'Бегунок' (Россия) ($b_i = 1,07$), к-15321 'Скроколик' (Россия) ($b_i = 0,97$). Высокую стабильность урожайности имел сорт-стандарт 'Кречет' ($S_i^2 = 0,06$).

Заключение. Выделены источники для селекции овса пленчатого 2981 IG100720 (США), 3007 IG100848 (Германия) и к-15293 BORYNA (Польша), обладающие высокой стрессоустойчивостью и пластичностью, пластичные источники – к-15178 'Бегунок' и к-15321 'Скроколик' (Россия) со стабильно высокой урожайностью в варьирующих условиях среды.

Ключевые слова: *Avena sativa* L., источники, стрессоустойчивость, стабильность, пластичность, гомеостаз.

Background. Studying the gene pool of a crop under specific soil and climate conditions makes it possible to predict the breeding value of germplasm, while its subsequent inclusion in the breeding process ensures the development of adaptable cultivars capable of implementing their productive potential in large-scale agriculture.

Materials and methods. Stability (S_i^2) and plasticity (b_i ; PUSS), Ambient Condition Index (I_i), Homeostatic (Hom), Stress Resistance, and Stability Index (Is) were calculated for 12 hulled oat (*Avena sativa* L.) accessions at the FARC of North-East.

Results. Accessions 2981 IG100720 (USA) and k-15293 BORYNA (Poland) showed the best stress resistance, while the highest genetic flexibility was observed in 2981 IG100720 (USA), 3007 IG100848 (Germany), 5330 CSI 590/05, and k-15178 'Begunok' (Russia). Sources of intensive-type hulled oats: k-15330 CSI 590/05 (Russia) ($b_i = 1.36$) and k-15331 CSI 2167/03 (Russia) ($b_i = 1.60$), were identified for their higher yield values: 856 and 889 g/m² under improved growing conditions in 2017, and 365 and 285 g/m² under dry conditions in 2016, respectively. Medium-intensive accessions k-15178 'Begunok' (Russia) ($b_i = 1.07$), and 'Skrokolik' (k-15321, Russia) ($b_i = 0.97$) were identified for the best plasticity. The reference cv. 'Krechet' ($S_i^2 = 0.06$) demonstrated high yield stability.

Conclusion. Sources were selected for hulled oat breeding: 2981 IG100720 (USA), 3007 IG100848 (Germany), and k-15293 BORYNA (Poland), with high stress resistance and plasticity, and plastic sources k-15178 'Begunok' and k-15321 'Skrokolik' (Russia), with stable high yield under varying environmental conditions.

Key words: *Avena sativa* L., sources, stress resistance, stability, plasticity, homeostasis.

Введение

Накоплением и изучением генетического фонда растений во многих странах мира занимается отдел генетических ресурсов ФАО. В России функцию генетического банка выполняет Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Коллекция ВИР постоянно пополняется новыми образцами различного эколого-географического происхождения. Большая изменчивость условий среды в разные годы и по регионам, невозможность их контролировать и регулировать приводит к высокой градации урожайности и других хозяйственно ценных признаков (Admas, Tesfaye, 2017; Pereira et al., 2017; Yau, 1991). Отобрать специфически адаптивные образцы возможно лишь в условиях, максимально сходных с теми, в которых будет возделываться сорт (Ceccarelli et al., 1991). Изучение генофонда культуры в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет прогнозировать селекционную ценность образцов, а их последующее включение в селекционный процесс обеспечивает создание адаптивных сортов, способных реализовать продуктивный потенциал в производственных условиях (Voysutskaya, Loskutov, 2019; Tulyakova et al., 2019; Des Marais et al., 2013). Новые сорта должны сочетать отзывчивость на плодородие почвы и устойчивость к лимитирующим факторам среды (Batalova et al., 2017; Du et al., 2011; Unnati et al., 2017). Наиболее важный показатель, который характеризует селекционную ценность генотипа, – урожайность. Урожайность – сложный генетический признак, зависящий от многих составляющих. Отмечают влияние на величину урожайности погодных условий и типа почв (Polonskiy et al., 2019; Gedif et al., 2014). Известно, что если высокая средняя урожайность есть результат высокой продуктивности только в благоприятных условиях, то такой сорт будет хуже тех, которые обладают лучшей адаптацией к неблагоприятным условиям (Nevo, 2015). В связи с этим изучение экологической пластичности и адаптивности генофонда культуры и созданных на его основе селекционных линий в предполагаемом регионе распространения нового сорта является наиболее актуальным вопросом эффективного внедрения селекционного достижения в производство (Alabushev et al., 2019; Pakudin, Lopatina, 1984).

Цель исследований – изучить коллекционные образцы овса пленчатого по урожайности и выделить адаптивные для селекции овса пленчатого в условиях Кировской области.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2016–2019 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Объекты исследований – 12 коллекционных образцов овса пленчатого (*Avena sativa* L.), в том числе сорт-стандарт ‘Кречет’ (табл. 1). Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, предшественник – многолетние травы. Образцы высевали из расчета 600 всхожих зерен на делянку площадью 1 м² в трехкратной повторности в оптимальные агротехнические сроки. Фенологические наблюдения, оценки и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР (Loskutov et al., 2012). Определяли параметры стабильности (S_i^2), пластичности (b_i), ин-

декс условий среды (I_i) (Pakul, Plisko, 2016), гомеостатичность (Hom) (Hangildin, 1986), уровень стабильности сорта (ПУСС) (Nettevich et al., 1985) и индекс стабильности (Ис) (Udachin, Golovchenko, 1990), устойчивость к стрессу (Goncharenko, 2005), гидротермический коэффициент (ГТК) (Selyaninov, 1928). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием селекционно-ориентированной программы AGROS, версия 2.07.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследований имели контрастные показатели в период вегетации пленчатого овса, что позволило провести комплексную оценку адаптивных свойств коллекционных образцов. Степень благоприятности условий вегетации растений позволяет оценить индекс среды (I_i). В период вегетации 2016 г. наблюдали засуху – индекс отрицательный (табл. 1).

Май был сухим, с относительно низкой влажностью воздуха, эффективные осадки практически отсутствовали, их количество составило 11,2 мм (24% от нормы). Среднемесячная температура воздуха (13,1°C) превысила климатическую норму на 2,8°C. В июне отмечали неустойчивую по температуре погоду, в отдельные дни она достигала 32°C и составила в среднем 15,9°C (–0,1°C), осадков выпало 47 мм (71% от нормы). В июле преобладала теплая, временами жаркая, с периодическими дождями погода. Средняя температура воздуха была на 2,5°C выше средней многолетней, сумма осадков составила 51 мм (66% нормы). Таким образом, засуху наблюдали в период от всходов до полной спелости, что негативно отразилось на формировании элементов структуры продуктивности растений и, как следствие, на урожайности овса, привело к быстрому прохождению фаз онтогенеза (ГТК = 0,81). Средняя урожайность по изучаемым образцам в 2016 г. была достаточно низкой – 411 г/м², варьировала от 400 г/м² у образца к-15280 55 h 2106 до 510 г/м² у 3007 IG100848.

В период исследований наиболее благоприятные условия вегетации овса наблюдали в 2017 г. ГТК за весь период вегетации составил 1,86. Среднесуточная температура воздуха в мае, июне и первой декаде июля была ниже нормы соответственно на 2,8; 2,0 и 0,5°C. В июле отмечали обильные дожди, грозы и сильный ветер. Количество осадков превысило норму в 2 раза, что привело к затягиванию сроков развития и созревания овса. Индекс условий среды имел наибольшее положительное за годы исследований значение (182). Несмотря на поздние сроки сева, достаточное увлажнение и несколько пониженные температуры в период вегетации способствовали формированию продуктивной, озерненной метелки и в целом стеблестоя. Урожайность варьировала от 639 г/м² у образца к-15293 BORYNA до 922 г/м² у к-15178 ‘Бегунок’ и составила в среднем для 11 генотипов 787 г/м², или в 1,9 раза выше показателя 2016 г.

Климатические условия вегетационного периода 2018 г. были благоприятны для формирования высокого урожая зерна. Недостаточное количество осадков на фоне высокой температуры в III декаде июля – первой половине августа ускорило созревание овса, привело к формированию зерна средней крупности (ГТК = 1,3). Индекс условий среды был отрицательным (–36). Средняя урожайность изученных образцов составила

Таблица 1. Урожайность образцов овса в зависимости от условий среды, г/м²**Table 1. Yield of oat accessions depending of growing conditions, g/m²**

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Образец / Accession	Происхождение / Origin	Год изучения / Year of study				
			2016	2017	2018	2019	Среднее / Mean
15330	КСИ 590/05 / KSI 590/05	Россия / Russia	365	856	535	763	630
15331	КСИ 2167/03 / KSI 2167/03	Россия / Russia	285	889	600	729	626
15178	Бегунок / Begunok	Россия / Russia	485	922	560	565	633
15329	КСИ 639/05 / KSI 639/05	Россия / Russia	355	778	530	805	617
15280	55 h 2106	Россия / Russia	400	780	585	517	573
15321	Скроколик / Skrokolik	Россия / Russia	430	778	400	611	555
15293	BORYNA	Польша / Poland	410	639	650	632	585
15327	КСИ 731/01 / KSI 731/01	Россия / Russia	365	694	610	670	585
2981*	IG100720	США / USA	490	722	600	632	611
3007*	IG100848	Германия / Germany	510	833	600	564	627
	Кречет (ст.) / Krechet (ref.)	Россия / Russia	426	756	590	677	612
Среднее / Mean			411	787	569	651	605
НСР₀₅ / LSD₀₅			58	72	114	190	-
Индекс среды (I_p) / Ambient Condition Index (I_p)			-194	182	-36	46	-

* – каталог поступлений отдела овса ФАНЦ Северо-Востока

* – the catalogue of accessions of the Oats Department, FARC of the North-East

569 г/м², минимальный показатель 400 г/м² был у образца к-15321 'Скроколик', максимальный – 650 г/м², как и в предшествующем году, у к-15293 BORYNA.

Понижение температуры, избыточное увлажнение (ГТК = 1,3), развитие болезней, увеличение продолжительности межфазных периодов и в целом периода вегетации овса в 2019 г. неблагоприятно отразилось на росте и развитии растений овса, привело к неравномерному созреванию посевов и осыпанию зерна при полегании. Однако индекс условий среды имел положительное значение (46), а средняя урожайность была выше таковой в 2016 и 2018 г.

При нестабильных метеорологических условиях актуальна характеристика генотипов по устойчивости к стрессу (засухе, высокой температуре воздуха, избыточному увлажнению и др.), уровень которой определяет разность между минимальной и максимальной урожайностью (Y₂-Y₁) (Goncharenko, 2005). Чем меньше величина данного показателя, тем выше устойчивость образца к стрессу.

Самой высокой устойчивостью к стрессу в исследованиях характеризовались образцы 2981 IG100720 (-232 г/м²) и 3007 IG100848 (-323 г/м²) с наивысшей минимальной за годы исследований урожайностью и к-15293 BORYNA с наименьшей среди изученных образцов урожайностью в условиях 2018 г. (-240 г/м²) (табл. 2). Наименьшую устойчивость к стрессу наблюдали у к-15331 КСИ 2167/03 с минимальной урожайностью в неблагоприятном 2016 г. (285 г/м²) и высокой в благоприятном 2017 г. (889 г/м²), депрессия 67,9%.

В этих же условиях наиболее потенциально урожайный образец к-15178 'Бегунок' (922 г/м²) был более устойчив к стрессу – показатель гибкости генотипа максимальный (704 г/м²). Гибкость генотипа и его компенсационную способность отражает показатель средней урожайности сорта (Y₁+Y₂)/2 в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях (Goncharenko, 2005). Чем выше степень соответствия между генотипом и различными факторами среды, тем выше этот показатель. Высокое значение генетической гибкости отме-

Таблица 2. Показатели стрессоустойчивости образцов овса, 2016–2019 гг.

Table 2. Stress resistance indices in oat accessions, 2016–2019

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Образец / Accession	Показатели, г/м ² / Indices, g/m ²			
		Y ₂ (min)	Y ₁ (max)	Y ₂ -Y ₁	(Y ₁ +Y ₂)/2
15330	КСИ 590/05 / KSI 590/05	365	856	-491	611
15331	КСИ 2167/03 / KSI 2167/05	285	889	-604	587
15178	Бегунок / Begunok	485	922	-437	704
15329	КСИ 639/05 / KSI 639/05	355	805	-450	580
15280	55 h 2106	400	789	-389	595
15321	Скрколик / Skrokolik	400	778	-378	589
15293	BORYNA	410	650	-240	530
15327	КСИ 731/01 / KSI 731/01	365	694	-329	530
2981*	IG100720	490	722	-232	606
3007*	IG100848	510	833	-323	672
	Кречет (ст.) / Krechet (ref.)	426	756	-330	591

* – см. табл. 1

* – see Table 1

чено у образцов 2981 IG100720, 3007 IG100848 и к-15330 КСИ 590/05.

При характеристике адаптивности актуален анализ пластичности по коэффициенту регрессии (b_i), характеризующему отклик генотипа на изменение условий выращивания, и стабильности в различных условиях среды по показателю дисперсии (S_i^2). Выделены образцы к-15330 КСИ 590/05 и к-15331 КСИ 2167/03 с коэффициентом регрессии значительно выше единицы ($b_i = 1,36$ и $1,60$) и низкой стабильностью урожайности ($S_i^2 = 0,38$ и $0,18$) (табл. 3). Данные генотипы отзывчивы на благоприятные условия выращивания; для формирования высокой урожайности им необходим высокий уровень агротехники, так как только в этом случае они дадут максимум отдачи. У них отмечена высокая изменчивость урожайности по годам ($V = 35,3$ и $40,9\%$).

В неблагоприятных погодных условиях (засуха) и на низком агрофоне продуктивность образцов к-15330 КСИ 590/05 и к-15331 КСИ 2167/03 снижается. Они актуальны для использования в качестве источников в селекции сортов овса интенсивного типа. Образцы к-15178 'Бегунок' и к-15321 'Скрколик' относятся к средненинтенсивным (показатель $b_i = 1,07$ и $0,97$ соответственно). Они проявили наибольшую пластичность и адаптивность в варьирующих условиях среды. Средняя урожайность данных образцов была выше стандарта как в засушливом 2016 г. (485 и 430 г/м²), так и в благоприятном 2017 г. (922 и 778 г/м²). Они могут быть использованы в качестве источников в селекции на урожайность в большей части селекционных центров России, располо-

женных в регионах с нестабильными погодными условиями и малоплодородными почвами в сочетании с источниками интенсивного типа.

Образцы к-15280 55 h 2106, к-15327 КСИ 731/01 и 'Кречет' можно отнести к полунинтенсивным генотипам ($b_i < 1$) с низким показателем стабильности, за исключением контрольного сорта 'Кречет' у которого стабильность высокая ($S_i^2 = 0,06$). Данные образцы могут быть использованы в селекции сортов, пригодных для возделывания на бедном агрофоне или же при неблагоприятных климатических условиях.

Образцы 2981 IG100720, 3007 IG100848, к-15293 BORYNA с наиболее низким коэффициентом регрессии ($b_i = 0,59$; $0,77$ и $0,57$) слабо реагировали на изменение условий среды. Их актуально включать в селекционные программы в качестве универсальных источников для создания сортов, пригодных к выращиванию в различных условиях.

Для оценки пластичности используют также коэффициент мультипликативности (КМ). Чем выше значение коэффициента, тем сильнее изменяется урожайность сорта в различных условиях. В исследованиях характеристики образцов по КМ и коэффициенту регрессии (b_i) практически совпадали.

Одним из важных показателей, который характеризует устойчивость растений к действию неблагоприятных факторов среды, является уровень гомеостаза. Он характеризует способность генотипа сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий. Критерий гомеостатичности – низкая вариабель-

Таблица 3. Параметры пластичности, стабильности и адаптивной способности коллекционных образцов овса, 2016–2019 гг.**Table 3. Parameters of plasticity, stability, and adaptability in oat germplasm accessions, 2016–2019**

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Образец / Accession	Коэффициент вариации (V), % / Coefficient of variation (V), %	b_i	S^2_i	КМ / КМ	Sc	Ис / Is	Ном	ПУСС / PUSS
15330	КСИ 590/05 / KSI 590/05	35,3	1,36	0,38	2,31	269	17,86	3,64	1838,5
15331	КСИ 2167/03 / KSI 2167/05	40,9	1,60	0,18	2,55	201	15,30	2,53	1565,0
15178	Бегунок Begunok	31,0	1,07	1,37	2,02	333	20,43	4,68	2113,1
15329	КСИ 639/05 / KSI 639/05	34,7	1,22	1,18	2,20	272	17,79	3,95	1793,5
15280	55 h 2106	28,5	0,93	0,70	1,98	290	20,11	5,17	1882,8
15321	Скроколик / Skrokolik	31,6	0,97	1,03	2,01	285	17,53	4,64	1589,7
15293	BORYNA	19,8	0,57	0,72	1,59	369	29,55	12,36	2824,6
15327	КСИ 731/01 / KSI 731/01	25,8	0,87	0,51	1,90	306	22,67	6,90	2167,0
2981*	IG100720	15,7	0,59	0,10	1,58	415	38,97	16,8	3890,6
3007*	IG100848	22,7	0,77	0,75	1,74	384	27,60	8,55	2827,6
	Кречет (ст.) / Krechet (ref.)	23,1	0,87	0,06	1,86	345	26,48	8,02	100

* – см. табл. 1

* – see Table 1

ность признаков продуктивности – характеризует устойчивость признака к изменяющимся условиям среды. Пределы варьирования признака урожайности в исследованиях были достаточно широки: от 15,7% у образца 2981 IG100720 до 40,9% у к-15331 КСИ 2167/03. Наибольшую стабильность наблюдали у образцов 2981 IG100720 ($V = 15,7\%$; $\text{Ном} = 16,8$), 3007 IG100848 ($V = 22,7\%$; $\text{Ном} = 8,55$), к-15293 BORYNA ($V = 19,8\%$; $\text{Ном} = 12,36$) и стандарта 'Кречет' ($V = 23,1\%$; $\text{Ном} = 8,02$). Высокая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечены у образцов к-15330 КСИ 590/05 ($V = 35,3\%$; $\text{Ном} = 3,64$), к-15331 КСИ 2167/03 ($V = 40,9\%$; $\text{Ном} = 2,53$) и к-15329 КСИ 639/05 ($V = 34,7\%$; $\text{Ном} = 3,95$), что свидетельствует о высокой зависимости их урожайности от условий выращивания.

В качестве характеристики проявления гомеостатических реакций образцов в варьирующих условиях среды использовали индекс стабильности (ИС) как соотношение средней величины и среднеквадратичного отклонения урожайности. Генотипы с высоким показателем индекса стабильности могут быть охарактеризованы как более стабильные, то есть более приспособленные к данным условиям. В исследованиях к таковым были отнесены 2981 IG100720, 3007 IG100848 и к-15293 BORYNA, высокий показатель имел стандарт 'Кречет'.

Для введения поправки на гомеостатичность при отборе на продуктивность и стабильность, были определены показатели уровня стабильности урожайности

(ПУСС) и селекционной ценности генотипа (S_i). Образцы 2981 IG100720, 3007 IG100848, к-15293 BORYNA, к-15178 'Бегунок' и к-15327 КСИ 731/01 по показателю ПУСС превысили стандарт на 15,6–38,9%. В результате по селекционной ценности генотипа (S_i) и ряду других показателей отобраны образцы – источники для использования в селекции: 2981 IG100720, 3007 IG100848 и к-15293 BORYNA.

Исследование показало, что величина коэффициента вариации согласуется с коэффициентами линейной регрессии ($r = 0,96$), мультипликативности ($r = 0,97$), показателями гомеостатичности ($r = -0,94$) и селекционной ценности генотипа ($r = -0,94$), индексом стабильности ($r = -0,92$). Следовательно, показатель коэффициента вариации, полученный по результатам многолетних исследований, может быть использован для оценки адаптивности генотипа. Установлена высокая положительная корреляция между коэффициентом регрессии и коэффициентом мультипликативности ($r = 0,99$), высокая значимая отрицательная взаимосвязь данных коэффициентов с показателями гомеостатичности ($r = -0,90$ и $-0,94$), селекционной ценности генотипа ($r = -0,83$ и $-0,87$) и индекса стабильности ($r = -0,84$ и $-0,87$). Наряду с этим показатель Ном достоверно положительно сопряжен с индексом стабильности ($r = 0,87$) и показателем селекционной ценности генотипа ($r = 0,91$), а показатель селекционной ценности генотипа, в свою очередь, с индексом стабильности ($r = 0,98$).

Заключение

По результатам испытаний выделены образцы – источники для селекции овса в условиях Кировской области и других регионов страны со сходными агроклиматическими и почвенными условиями: 2981 IG100720 (США), 3007 IG100848 (Германия) и к-15293 BORYNA (Польша), обладающие высокой стрессоустойчивостью и пластичностью. Выделены адаптивные на изменение условий возделывания пластичные источники: к-15178 'Бегунок' и к-15321 'Скоролик' (Россия) со стабильно высокой урожайностью в варьирующих условиях среды, которые целесообразно использовать в селекционных программах по созданию сортов овса с высокой адаптивностью в условиях Кировской области.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану по проекту № 0767-2019-0093 «Разработка и реализация фундаментальных научно-методических подходов мобилизации, изучения, создания (в т. ч. с использованием биотехнологий) и поддержания уникальных природных и экспериментальных генетических ресурсов яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес); моделей сортов с повышенной продуктивностью и устойчивостью к действию стрессовых биотических и абиотических факторов, с улучшенными селекционно-ценными признаками; технологии управления продукционным процессом с учетом эдафических и биотических стрессовых факторов европейского Северо-Востока России, локального и глобального изменения климата для решения актуальных задач обеспечения импортозамещения и улучшения качества питания населения».

Материал коллекции ВИР был предоставлен в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

The research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan, Project No. 0767-2019-0093 "Development and implementation of fundamental scientific and methodological approaches to mobilize, study, develop (incl. using biotechnology) and maintain unique natural and experimental genetic resources of spring cereal crops (wheat, barley, and oats); models of cultivars with increased productivity and resistance to biotic and abiotic stressors, with improved traits of breeding value; technologies for managing the production process, taking into account edaphic and biotic stressor of the European Northeast of Russia, local and global climate change, to solve urgent problems of ensuring import substitution and improving the quality of nutrition for the population".

The germplasm material was provided by VIR according to the theme plan for Project No. 0662-2019-0006 "Search for and viability maintenance, and disclosing the potential of hereditary variation in the global collection of cereal and goat crops at VIR for the development of an optimized genebank and its sustainable utilization in plant breeding and crop production".

References / Литература

- Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia. *Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment*. 2017;9(1):82-94. DOI: 10.1515/ausae-2017-0008
- Alabushev A.V., Makarova T.S., Samofalova N.E., Ilchikina N.P., Dubinina O.A. Parameters of adaptability and stability of winter durum wheat varieties according to various forecrops in the Rostov region. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(6):557-566. [in Russian] (Алабушев А.В., Макарова Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А. Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019;20(6):557-566). DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566
- Batalova G.A., Shevchenko S.N., Lisitsyn E.M., Tulyakova M.V., Rusakova I.I., Zheleznikova V.A. et al. Breeding methodology of ecologically resistant varieties of covered oat. *Russian Agricultural Sciences*. 2017;(6):3-6. [in Russian] (Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Лисицын Е.М., Тулякова М.В., Русакова И.И., Железникова В.А. и др. Методология создания продуктивных, экологически устойчивых сортов овса пленчатого. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017;(6):3-6).
- Ceccarelli S., Avecedo E., Grandi S. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica*. 1991;56(2):169-185.
- Des Marais D.L., Hernandez K.M., Juenger T.E. Genotype-by-environment interaction and plasticity: exploring genomic responses of plants to the abiotic environment. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2013;44:5-29. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110512-135806
- Du J.B., Yuan S., Chen Y.E., Sun X., Zhang Z.W., Xu F. et al. Comparative expression analysis of dehydrins between two barley varieties, wild barley and Tibetan hulless barley associated with different stress resistance. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2011;33(2):567-574. DOI: 10.1007/s11738-010-0580-0
- Gedif M., Yizgaw D., Tsige G. Genotype–environment interaction and correlation of some stability parameters of total starch yield in potato in Amhara region, Ethiopia. *Plant Breeding and Crop Science*. 2014;6(3):31-40. DOI: 10.5897/JPCS2013.0426
- Goncharenko A.A. On adaptivity and ecological resistance of grain crop varieties. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2005;(6):49-53. [in Russian] (Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005;(6):49-53).
- Hangildin V.V. Parameters for evaluating the homeostasis of varieties and breeding lines in the testing of ear crops (Parametry otsenki gomeostatichnosti sortov i selektsionnykh liniy v ispytanii kolosovykh kultur). *Nauchno-*

- tekhnichestkiy byulleten VSGI = Scientific and Technical Bulletin of the All-Union Breeding and Genetics Institute.* 1986;2(60):36-41. [in Russian] (Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытании колосовых культур. *Научно-технический бюллетень ВСГИ.* 1986;2(60):36-41).
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Methodological guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats (Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsya). St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).
- Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Improving the efficiency of spring wheat selection for stability, yield and quality of grain (Povysheniye effektivnosti otbora yarovoy pshenitsy na stabilnost, urozhaynost i kachestvo zerna). *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki = Bulletin of Agricultural Science.* 1985;(1):66-73. [in Russian] (Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна. *Вестник сельскохозяйственной науки.* 1985;(1):66-73).
- Nevo E. Evolution of wild barley at "Evolution Canyon": adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences.* 2015;62(1-2):22-32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783
- Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural crop varieties (Otsenka ekologicheskoy plastichnosti i stabilnosti sortov selskokhozyaystvennykh kultur). *Agricultural Biology.* 1984;19(4):109-113. [in Russian] (Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология.* 1984;19(4):109-113).
- Pakul V.N., Plisko L.G. Assessment of ecological plasticity of selection lines of spring-sown soft field in the conditions of the forest-steppe of Kuznetsk Depression. *International Research Journal.* 2016;3-3(45):116-120. [in Russian] (Пакуль В.Н., Плиско Л.Г. Оценка экологической пластичности селекционных линий яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Кузнецкой котловины. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2016;3-3(45):116-120). DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.075
- Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., de Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype × environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. *Semina: Ciências Agrárias.* 2017;38(3):1241-1250. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1241
- Polonskiy V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G., Sumina A.V., Zute S. The study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of various geographical origin for grain quality and productivity. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2019;23(6):683-690. [in Russian] (Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г., Сумина А.В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2019;23(6):683-690). DOI: 10.18699/VJ19.541
- Selyaninov G.T. On agricultural assessment of climate (O selskokhozyaystvennoy otsenke klimata). *Trudy po selskokhozyaystvennoy meteorologii = Works on Agricultural Meteorology.* 1928;20:16-177. [in Russian] (Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата. *Труды по сельскохозяйственной метеорологии.* 1928;20:16-177).
- Tulyakova M.V., Batalova G.A., Permyakova S.V., Krotova N.V. Source material of chaffy oat for breeding for high yield. *Achievements of Science and Technology of AIC.* 2019;33(7):9-12. [in Russian] (Тулякова М.В., Баталова Г.А., Пермякова С.В., Кротова Н.В. Исходный материал овса пленчатого для селекции на урожайность. *Достижения науки и техники АПК.* 2019;33(7):9-12). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10702
- Udachin R.A., Golovchenko A.P. Method for assessing the ecological plasticity of wheat varieties (Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenitsy). *Seleksiya i semenovodstvo = Plant Breeding and Seed Production.* 1990;(5):2-6. [in Russian] (Удачин Р.А., Головченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы. *Селекция и семеноводство.* 1990;(5):2-6).
- Unnati P., Pathik P., Lalit M., Bilwal B. Stability analysis for grain yield and its attributing traits of rice across locations. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2017;6(11):2102-2111. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.611.248
- Voytutskaya N.P., Loskutov I.G. Breeding value of European oat accessions in the environments of Kuban Experiment Station of VIR. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding.* 2019;180(1):52-58. [in Russian] (Войцуцкая 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: 10.30901/2227-8834-2019-1-52-58
- Yau S.K. Variance of relative yield as agronomic type of stability measure. In: *Proceedings of the 8th EUCARPIA Meeting "Biometrics in Plant Breeding", 1-6 July 1991, Brno, Czechoslovakia.* Brno; 1991. p.245.

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Тулякова М.В., Баталова Г.А., Лоскутов И.Г., Пермякова С.В., Кротова Н.В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(1):72-79. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79

Tulyakova M.V., Batalova G.A., Loskutov I.G., Permyakova S.V., Krotova N.V. Assessment of adaptability parameters in hulled oat germplasm accessions in terms of their yield in the environments of Kirov Province. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2021;182(1):72-79. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-72-79>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Tulyakova M.V. <https://orcid.org/0000-0002-4493-1005>

Batalova G.A. <https://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

Loskutov I.G. <https://orcid.org/0000-0002-9250-7225>

Permyakova S.V. <https://orcid.org/0000-0002-9595-1129>

Krotova N.V. <https://orcid.org/0000-0003-1355-083X>