

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1195-1205>
УДК 633.13:631.52(470.342)



Урожайность и адаптивный потенциал коллекционных образцов пленчатого овса в условиях Волго-Вятского региона

© 2025. С. С. Салтыков[✉], М. В. Тулякова, Г. А. Баталова, С. В. Пермякова
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого» г. Киров, Российская Федерация

Цель исследований – оценить в коллекционном питомнике 15 образцов ярового пленчатого овса по урожайности и параметрам адаптивности. Исследования выполнены в 2022–2024 гг. в условиях Кировской области (Волго-Вятский регион). Наибольшее влияние на урожайность оказал фактор «год» – 60,1 %. Индекс условий среды (I_j) по годам варьировал от +105 до -151. В среднем за годы исследований высокую урожайность сформировали образцы к-15340 Уран (541 г/м²), к-3969 0122 (539 г/м²), к-3967 0144 (531 г/м²). Выделены образцы с высокой стрессоустойчивостью ($U_2 - U_1$) – к-15495 Всадник (-94), к-3967 0144 (-175), к-15498 Уралец (-196); с высокой генетической гибкостью $(U_1 + U_2)/2$ – к-3969 0122 (517), к-15340 Уран (509), к-3967 0144 (504). Наибольшая общая адаптивная способность (ОАС) выявлена у образцов к-15340 Уран (41), к-3969 0122 (39), к-3967 0144 (31). По комплексу показателей выделены наиболее стабильные образцы – к-15495 Всадник, к-3967 0144, к-15498 Уралец (коэффициент компенсации (K_{gi}) – 0,08–0,34; относительная стабильность генотипа (S_{gi}) – 9,8–22,3 %; вариация специфической адаптивной способности (σ^2_{CASI}) – 47,9–101,8; фактор стабильности (SF) – 1,22–1,57). Слабой отзывчивостью на изменение условий среды характеризовались образцы к-15495 Всадник, к-3967 0144, к-15291 HETMAN, к-15498 Уралец, к-15429 CWAL, к-15496 Стиплер (коэффициент линейной регрессии (b_i) – 0,33–0,97). Высокой стабильностью по признаку «урожайность» обладали образцы к-15495 Всадник, к-3967 0144 (селекционная ценность генотипа (СПГ) – 398,6–343,8). Очень высокая положительная корреляционная зависимость выявлена между значениями урожайности и ОАС ($r = 1,00$). Для дальнейшей селекционной работы представляют интерес коллекционные образцы к-15495 Всадник, к-15498 Уралец (Россия), к-15429 CWAL (Польша), к-3967 0144 (США), которые получили наименьшую сумму рангов (30–52) при ранжировании по показателям адаптивной способности.

Ключевые слова: *Avena sativa* L., коллекционный питомник, стрессоустойчивость, абиотический стресс, корреляция

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2025-0007).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Салтыков С. С., Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В. Урожайность и адаптивный потенциал коллекционных образцов пленчатого овса в условиях Волго-Вятского региона. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(6):1195–1205. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1195-1205>

Поступила: 20.03.2025

Принята к публикации: 18.11.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025

Yield and adaptive potential of collection samples of filmy oats in the conditions of the Volga-Vyatka region

© 2025. Sergei S. Saltykov[✉], Marina V. Tulyakova, Galina A. Batalova, Svetlana V. Permyakova

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

The purpose of the research was to evaluate 15 samples of spring filmy oats in a collection nursery according to the yield and adaptability parameters. The research was carried out in 2022–2024 in the conditions of the Kirov region (Volga-Vyatka region). The "year" factor had the greatest impact on the yield – 60.1 %. The index of environmental conditions (I_j) ranged from +105 to -151 over the years. On average, over the years of the research, high yields were formed by samples k-15340 'Uran' (541 g/m²), k-3969 0122 (539 g/m²), k-3967 0144 (531 g/m²). Samples with high stress resistance ($U_2 - U_1$) were identified – k-15495 'Vsadnik' (-94), k-3967 0144 (-175), k-15498 'Uralets' (-196); with high genetic flexibility $(U_1 + U_2)/2$ – k-3969 0122 (517), k-15340 'Uran' (509), k-3967 0144 (504). The highest total adaptive capacity (TAC) was found in samples k-15340 'Uran' (41), k-3969 0122 (39), and k-3967 0144 (31). According to the set of indicators, the most stable samples were identified – k-15495 'Vsadnik', k-3967 0144, k-15498 'Uralets' (compensation coefficient (K_{gi}) – 0.08–0.34; relative genotype stability (S_{gi}) – 9.8–22.3 %; variants of specific adaptive ability (σ^2_{CASI}) – 47.9–101.8; stability factor (SF) – 1.22–1.57). Samples k-15495 'Vsadnik', k-3967 0144, k-15291 'HETMAN', k-15498 'Uralets', k-15429 'CWAL',

and k-15496 'Stipler' were characterized by weak responsiveness to changes in environmental conditions (linear regression coefficient (b) – 0.33–0.97). Samples 15495 'Vsadnik', k-3967 0144 (breeding value of genotype (BVG) – 398.6–343.8) had high stability according to the "yield" trait. A very high positive correlation was found between the values of yield and TAC_i ($r = 1.00$). Collection samples k-15495 'Vsadnik', k-15498 'Uralets' (Russia), k-15429 'CWAL' (Poland), k-3967 0144 (USA) which received the lowest amount of ranks (30–52) when ranked in terms of adaptive ability are of interest for further breeding work.

Keywords: *Avena sativa* L., collection nursery, stress tolerance, abiotic stress, correlation

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 (topic No. FNWE-2025-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert assessment of this work.

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

For citation: Saltykov S. S., Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V. Yield and adaptive potential of collection samples of filmy oats in the conditions of the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(6):1195–1205. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1195-1205>

Received: 20.03.2025

Accepted for publication: 18.11.2025

Published online: 26.12.2025

Овес плёнчатый – одна из основных зерновых культур Волго-Вятского региона – зоны рискованного земледелия, где важнейшим направлением при решении экономических и экологических проблем растениеводства является создание и выращивание сортов, обладающих высокой адаптивной способностью, стабильностью и устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам внешней среды [1, 2].

Основным показателем ценности сорта является урожайность, характеризующая качество генотипов образцов овса [3]. Как известно, высокую урожайность формируют генотипы, которые более адаптивны к абиотическому стрессу [4, 5, 6].

Сочетание в одном сорте высокой урожайности и устойчивости к абиотическим условиям – основная цель селекции. Её эффективность зависит от генетического разнообразия. В гибридизацию необходимо включать сорта, адаптивные к конкретным условиям среды [7].

Разнообразие генотипов в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов и низкого плодородия почв Волго-Вятского региона предполагает селекцию и использование в производстве сортов, способных формировать экономически значимую урожайность [8].

Изучение, создание, распространение сортов, имеющих высокую адаптивную способность, стабильность и устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам является одной из задач селекции овса в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока [9]. В связи с этим необходим поиск образцов, обладающих

устойчивостью к абиотическим стрессам и высокой экологической устойчивостью [10].

Цель исследований – оценить коллекционные образцы овса по урожайности, параметрам адаптивности для дальнейшего использования в селекции при создании сортов, наиболее приспособленных к абиотическим условиям Волго-Вятского региона.

Научная новизна – выделены новые коллекционные образцы овса плёнчатого, адаптивные к условиям Волго-Вятского региона.

Материал и методы. Работу проводили в 2022–2024 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Представлены результаты оценки 15 образцов овса плёнчатого из коллекции ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. В. Вавилова» (ВИР): к-15291 НЕТМАН, к-15429 CWAL (Польша); к-15495 Всадник, к-15496 Стиплер, к-15340 Уран, к-15498 Уралец (Россия); к-15419 KREZUS, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-15472 Symphony (Германия); к-3960 0131, к-3969 0122, к-3967 0144, к-3951 0146 (США); к-4103 ОТ 53-4 (Китай), стандартом служил сорт Архан.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая ($pH_{\text{сол.}}$ – 5,0–5,2; содержание подвижных соединений фосфора – 272–316 мг/кг, калия – 150–183 мг/кг (по методу Кирсанова)). Исследования выполняли согласно методическим указаниям¹. Посев образцов проводили на делянках площадью 1 м² в трехкратной повторности, сорт-стандарт высевали через 10 делянок. Предшественник – горох посевной.

¹Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР, 2012. 63 с.

Индекс условий среды (I_j) рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина и Л. М. Лопатиной², изменчивость урожайности (CV) – по методике Б. А. Доспехова³.

Общую адаптивную способность (OAC_i), специфическую адаптивную способность (SAC_i), относительную стабильность сорта (S_{gi}), коэффициент компенсации (K_{gi}) и селекционную ценность генотипа ($СЦГ_i$) определяли по методике А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой⁴.

Воздействие факторов окружающей среды на урожайность образцов овса рассчитывали по коэффициенту регрессии (b_i), стрессоустойчивость – по уравнениям А. А. Rossiell, J. Hemblin в изложении А. А. Гончаренко⁵, фактор стабильности (SF) – согласно методике L. Lewis в изложении О. А. Юсовой и др. [11].

Ранжирование образцов пленчатого овса проводили по 9 параметрам адаптивности по признаку «урожайность». Использование метода ранжирования – присвоения определенного места, балла по какому-либо признаку

позволяет произвести всестороннюю оценку образцов овса и выделить среди них наиболее адаптивные.

Статистическая обработка данных выполнена двухфакторным дисперсионным анализом с использованием пакета селекционно-ориентированной программы AGROS, версия 2.07.

Метеоусловия периодов вегетации ярового овса в годы исследований представлены на рисунках 1 и 2. Вегетационный период 2022 г. характеризовался как засушливый ($ГТК^6 = 0,75$), но май и июнь были достаточно влажными ($ГТК - 1,68$ и $1,40$) при пониженной температуре воздуха относительно среднего многолетнего значения – на $1,9$ и $0,7$ °C соответственно. Сумма осадков в мае составила 63,8 мм, в июне – 66,2 мм (138 и 100 % от нормы). Июль и август были засушливыми ($ГТК - 0,84$ и $0,14$). В первой декаде июля выпало 36 мм осадков – 119 % от нормы. Запасы влаги мая, июня и I декады июля оказали положительное влияние на рост и развитие растений овса на протяжении всего периода вегетации.

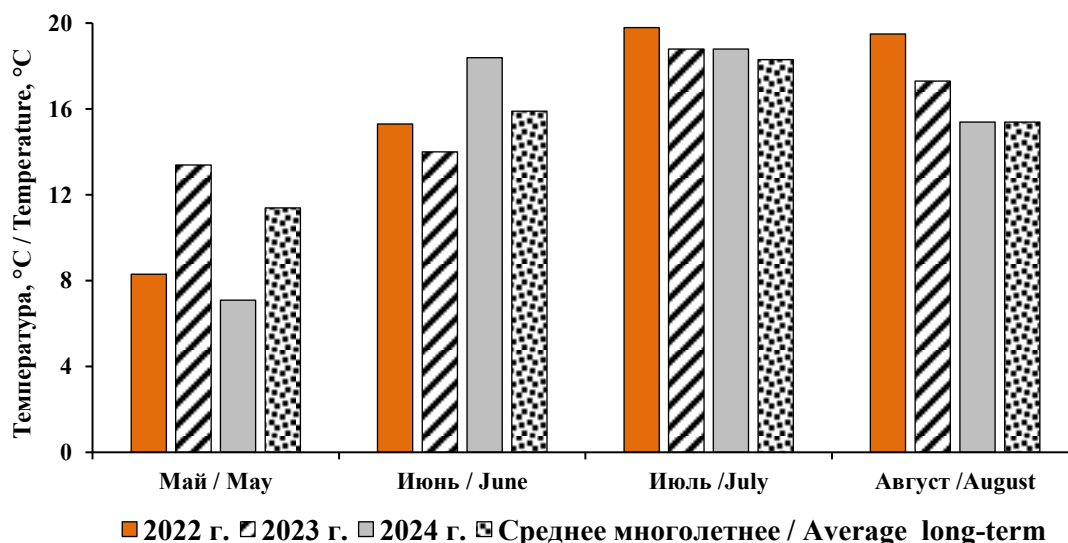


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха в период вегетации ярового овса, °C (по данным Фаленской метеостанции, 2022–2024 гг.) /

Fig. 1. Average monthly air temperature during the growing season of spring oats, °C (according to the data of the Falenki weather station, 2022–2024)

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

³Доспехов Б. А. Методы полевого опыта (с основами статической обработки исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 350 с.

⁴Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

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;20:169–178.

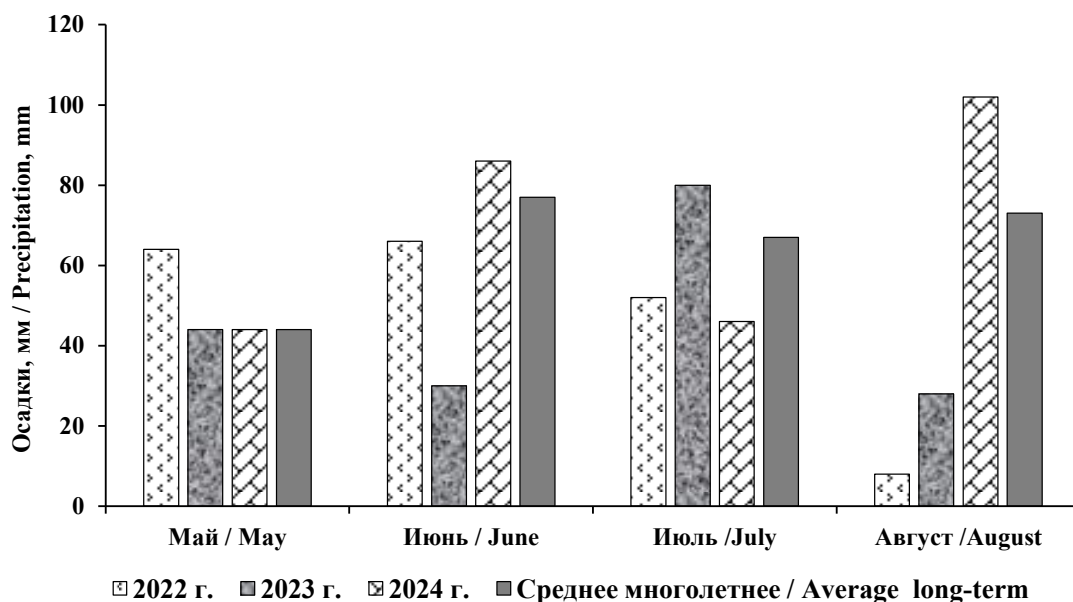


Рис. 2. Среднемесячное количество осадков в период вегетации ярового овса, мм (по данным Фаленской метеостанции, 2022–2024 гг.) /

Fig. 2. Average monthly precipitation during the growing season of spring oats, mm (according to the data of the Falenki weather station, 2022–2024)

В 2023 г. в мае выпало 44,3 мм осадков (96 % от нормы), ГТК = 0,96. В III декаде мая и I декаде июня выпало 40,1 мм осадков (период «посев-кущение»), что составило 113 % от средней многолетней. В июне при ГТК, равном 0,65, на формирование высокой урожайности повлияли осадки, выпавшие в важный период вегетации – «кущение – выход в трубку». В июле сумма осадков составила 79,5 мм (103 % от нормы), ГТК = 1,36. Всё это позволило сформировать высокий урожай зерна.

В 2024 г. ГТК был равен 1,44, что характеризует период вегетации как достаточно влажный. Температура и осадки в мае имели значения ниже средних многолетних на 3,3 °C и 6,9 мм соответственно при ГТК 1,38. Среднемесячная температура воздуха в июне и июле превышала среднее многолетнее значение на 2,4 и 1,1 °C соответственно. Июнь характеризовался достаточным увлажнением (ГТК = 1,55), июль – недостаточным (ГТК = 0,79). Количество выпавших осадков в июле составило 46,2 мм, или 60 % от нормы, недостаток влаги в этот важный период вегетации негативно повлиял на формирование урожайности овса.

Результаты и их обсуждение. Индекс условий среды (I_j) даёт возможность оценить степень благоприятности условий вегетации растений. За годы исследований I_j менялся от положительных значений 105 (2022 г.) и 48 (2023 г.) до отрицательных – -151 (2024 г.), соответственно в 2022 и 2023 гг. урожайность

коллекционных образцов овса была выше, чем в 2024 г. Это позволило дать всестороннюю оценку изученных образцов овса по параметрам адаптивности.

В 2022 г. урожайность в опыте варьировала от 500 г/м² у образца к-15291 HETMAN до 682 г/м² у образца к-15472 Symphony и составила в среднем 605 г/м². По урожайности стандарт Архан превзошли образцы к-15419 KREZUS, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-3960 0131, к-3969 0122, к-4103 ОТ 53-4, к-15472 Symphony, к-15340 Уран, к-3951 0146 на 49 г/м², 50, 41, 28, 60, 83, 89, 64, 58 г/м² соответственно (НСР₀₅ = 56).

В 2023 г. наибольшую урожайность сформировал образец к-15429 CWAL – 628 г/м², наименьшую – к-4103 ОТ 53-4 – 423 г/м². По урожайности стандарт Архан превысили образцы к-15291 HETMAN, к-15429 CWAL, к-15495 Всадник, к-15496 Стиплер, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-3969 0122, к-15472 Symphony, к-15340 Уран, к-3967 0144, к-3951 0146 на 76 г/м², 104, 5, 78, 6, 9, 60, 50, 81, 62, 39 г/м² соответственно (НСР₀₅ = 60).

В 2024 г. урожайность коллекционных образцов овса пленчатого была значительно ниже предыдущих лет. Средняя урожайность образцов в опыте за год составила 349 г/м² и варьировала от 270 г/м² (к-15472 Symphony) до 435 г/м² (к-15495 Всадник). По урожайности стандарт Архан превысили образцы к-15291 HETMAN, к-15429 CWAL, к-15495 Всадник,

к-15498 Уралец, к-15419 KREZUS, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-3960 0131, к-3969 0122, к-15340 Уран, к-3967 0144, к-3951 0146 на 44 г/м², 52, 114, 20, 3, 21, 10, 29, 59, 40, 95, 7 г/м² соответственно (НСР₀₅ = 50).

Средняя урожайность по опыту за годы исследований составила 500 г/м²; пределы варьирования урожайности – от 270 г/м² (2024 г.) до 682 г/м² (2022 г.) (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность коллекционных образцов овса плёчатого, г/м² /
Table 1 – The yield of collection samples of filmy oats, g/m²

Номер в каталоге ВИР / The number in the VIR catalog	Образец / Sample	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее / Average
к-15291	‘HETMAN’	500	600*	365	488
к-15429	‘CWAL’	572	628*	373*	524
к-15495	Всадник / ‘Vsadnik’	504	529	435*	489
к-15496	Стиплер / ‘Stipler’	521	602*	318	480
к-15498	Уралец / ‘Uralets’	537	492	341	457
к-15419	‘KREZUS’	642	477	324	481
к-15468	‘Poseidon’	643	530	342	505
к-15473	‘Ozon’	634	533	331	499
к-3960	0131	621	516	350	496
к-3969	0122	653	584	380*	539
к-4103	ОТ 53-4	676*	423	321	473
к-15472	‘Symphony’	682*	574	270	509
к-15340	Уран / ‘Uran’	657	605*	361	541
к-3967	0144	591	586*	416*	531
к-3951	0146	651	563	328	514
-	Архан, ст. / ‘Arkhan’, st.	593	524	321	479
Среднее по опыту / Average in experience		605	548	349	500
НСР ₀₅ /LSD ₀₅		56	60	50	-
I _j		105	48	-151	-

*Статистически значимая прибавка к стандарту / *Statistically significant increase to the standard

Методом дисперсионного анализа установлено достоверное влияние факторов и их взаимодействие на урожайность овса. На изменение урожайности основное влияние оказал фактор А (год) – 60,1 %. Доля влияния фактора В (сорт) мала и составила 10,08 %. Взаимодействие факторов (А×В) – 29,9 % показывает возможность повышения урожайности при использовании адаптивных сортов (табл. 2).

Стрессоустойчивость коллекционных образцов определяли по показателям «стрессоустойчивость» и «гибкость генотипа» (табл. 3). Стрессоустойчивость ($Y_2 - Y_1$) – это разница между минимальной и максимальной урожай-

ностью, чем меньше величина этого показателя, тем выше стрессоустойчивость. В наших исследованиях выделены образцы с высокой устойчивостью к стрессу: к-15495 Всадник (-94), к-3967 0144 (-175), к-15498 Уралец (-196).

Гибкость генотипа $(Y_1 + Y_2)/2$ – это среднее арифметическое между минимальной и максимальной урожайностью в опыте. Наибольшая гибкость генотипа установлена у образцов к-3969 0122 (517), к-15340 Уран (509), к-3967 0144 (504), для которых характерно формирование высокой урожайности как в засушливый (2022 г.), так и во влажные (2023-2024 гг.) периоды вегетации.

Таблица 2 – Результаты дисперсионного двухфакторного анализа по влиянию изучаемых факторов на урожайность коллекционных образцов овса пленчатого (2022–2024 гг.) /

Table 2 – Results of a two-factor analysis of variance on the influence of the studied factors on the yield of collection samples of filmy oats (2022–2024)

<i>Источник варьирования / The source of variation</i>	<i>Сумма квадратов / SS</i>	<i>Степень свободы / DF</i>	<i>Средний квадрат / MS</i>	F_{ϕ}	F_{05}	<i>Доля влияния фактора, % / The share of the factor's influence</i>
Общее / General	2637201,3	152	-	-	-	-
Блоки / Blocks	8,94	2	4,47	1,21	-	-
Варианты / Variants	2636824,0	50	52736,5	14318,6*	3,1	-
Фактор А (год) / Factor A (year)	1583681,4	2	791840,7	32,2*	19,5	60,1
Фактор В (сорт) / Factor B (cultivar)	265736,4	15	116608,5	0,68	2,07	10,08
Взаимодействие А×В / The A×B interaction	787406,2	32	24606,4	6680,9*	1,69	29,9
Остаток / Remains	368,3	100	3,68	-	-	-

* Значимо на 5%-м уровне / * Significantly at the 5% level

Таблица 3 – Показатели стрессоустойчивости коллекционных образцов овса пленчатого (2022–2024 гг.) /

Table 3 – Stress resistance indicators of collection samples of filmy oats (2022–2024)

<i>Номер в каталоге ВИР / The number in the VIR catalog</i>	<i>Образец / Sample</i>	Y_1 (max)	Y_2 (min)	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$
к-15291	‘HETMAN’	600	365	-235	483
к-15429	‘CWAL’	628	373	-255	501
к-15495	Всадник / ‘Vsadnik’	529	435	-94	482
к-15496	Стиплер / ‘Stipler’	602	318	-284	460
к-15498	Уралец / ‘Uralets’	537	341	-196	439
к-15419	‘KREZUS’	642	324	-318	483
к-15468	‘Poseidon’	643	342	-301	493
к-15473	‘Ozon’	634	331	-303	483
к-3960	0131	621	350	-271	486
к-3969	0122	653	380	-273	517
к-4103	ОТ 53-4	676	321	-355	499
к-15472	‘Symphony’	682	270	-412	476
к-15340	Уран / ‘Uran’	657	361	-296	509
к-3967	0144	591	416	-175	504
к-3951	0146	651	328	-323	490
-	Архан, ст. / ‘Arkhan’, st.	593	321	-272	457

Примечания: Y_1 – максимальная урожайность, Y_2 – минимальная урожайность, $Y_2 - Y_1$ – стрессоустойчивость, $(Y_1 + Y_2)/2$ – гибкость генотипа /

Notes: Y_1 – maximum yield, Y_2 – minimum yield, $Y_2 - Y_1$ – stress resistance, $(Y_1 + Y_2)/2$ – genotype flexibility

Для полной характеристики исследуемых образцов овса провели расчет показателей адаптивности (табл. 4).

Коэффициент вариации урожайности (CV) указывает на фенотипическую изменчивость признака при различных условиях окру-

жающей среды. Варьирование урожайности образцов овса в наших исследованиях по годам находилось в пределах от 8,13 до 34,3 %. Наименьшая изменчивость отмечена у образцов к-15495 Всадник (8,13 %), к-3967 0144 (15,3 %), к-15498 Уралец (18,4 %).

Таблица 4 – Показатели адаптивности коллекционных образцов овса пленчатого (2022–2024 гг.) /
Table 4 – Indicators of adaptability of collection samples of filmy oats (2022–2024)

Номер в каталоге ВИП / The number in the VIR catalog	Образец / Sample	CV, %	$OAC_i /$ TAC_i	$\sigma^2_{CAC_i}$	S_{gi} , %	$СЦГ_i /$ BVG_i	K_{gi}	b_i	SF
к-15291	‘HETMAN’	19,7	-12	117,1	24,0	266,4	0,45	0,71	1,64
к-15429	‘CWAL’	20,9	24	133,2	25,4	271,9	0,58	0,92	1,68
к-15495	Всадник / ‘Vsadnik’	8,13	-11	47,9	9,8	398,6	0,08	0,33	1,22
к-15496	Стиплер / ‘Stipler’	24,9	-20	145,5	30,3	204,6	0,70	0,97	1,89
к-15498	Уралец / ‘Uralets’	18,4	-44	101,8	22,3	263,7	0,34	0,77	1,57
к-15419	‘KREZUS’	27,0	-19	158,2	32,9	181,2	0,82	1,13	1,98
к-15468	‘Poseidon’	24,6	5	151,2	29,9	218,4	0,75	1,13	1,88
к-15473	‘Ozon’	25,2	-1	153,5	30,7	208,5	0,77	1,15	1,92
к-3960	0131	25,2	-5	135,8	27,4	238,3	0,61	1,01	1,77
к-3969	0122	21,5	39	141,1	26,2	271,5	0,65	1,07	1,72
к-4103	ОТ 53-4	31,5	-27	182,0	38,4	128,5	1,09	1,17	2,11
к-15472	‘Symphony’	34,3	8	212,8	41,8	105,4	1,48	1,60	2,53
к-15340	Уран / ‘Uran’	23,9	41	157,2	29,1	243,0	0,81	1,19	1,82
к-3967	0144	15,3	31	98,8	18,6	343,8	0,32	0,74	1,42
к-3951	0146	26,5	14	166,2	32,3	199,1	0,91	1,25	1,98
-	Архан, ст. / ‘Arkhan’, st.	24,1	-21	140,6	29,3	212,9	0,65	1,06	1,85

Примечания: CV – коэффициент вариации; OAC_i – общая адаптивная способность; $\sigma^2_{CAC_i}$ – показатель вариации специфической адаптивной способности; S_{gi} – относительная стабильность генотипа; $СЦГ_i$ – селекционная ценность генотипа; K_{gi} – коэффициент компенсации; b_i – коэффициент линейной регрессии; SF – фактор стабильности /

Notes: CV – the coefficient of variation; TAC_i – the total adaptive capacity; $\sigma^2_{CAC_i}$ – an indicator of the variation of a specific adaptive capacity; S_{gi} – the relative stability of the genotype; BVG_i – the breeding value of the genotype; K_{gi} – the compensation coefficient; b_i – the coefficient of linear regression; SF – the stability factor

Общая адаптивная способность (OAC_i) отражает среднее значение признака в разнообразных условиях среды. Этот показатель применяли для выделения генотипов, гарантирующих максимальную среднюю урожайность во всей совокупности сред. OAC_i в наших исследованиях варьировала от +41 до -44. Наибольшее значение отмечено у образцов к-15340 Уран (41), к-3969 0122 (39), к-3967 0144 (31).

В качестве меры стабильности использовали показатель вариации специфической адаптивной способности ($\sigma^2_{CAC_i}$), который отображает отклонение от OAC_i в определенной среде. В нашем опыте с наибольшей стабильностью выделены образцы к-15495 Всадник, к-3967 0144, к-15498 Уралец (47,9; 98,8 и 101,8 соответственно), а с наименьшей – образец к-15472 Symphony (212,8), у которого отмечен самый высокий коэффициент вариации урожайности (CV = 34,3 %).

Показатель относительной стабильности генотипа (S_{gi}) используют в селекции для отбора стабильных форм, так как он наследуется. Наибольший S_{gi} генотипа отмечен у образцов к-15495 Всадник, к-3967 0144, к-15498 Уралец (9,8; 18,6; 22,3 % соответственно).

Показатель селекционной ценности генотипа ($СЦГ_i$) использовали для одновременного отбора генотипов по продуктивности и средовой устойчивости. Селекционная ценность генотипа позволяет выявить адаптивную способность образцов и их стабильность в различных условиях среды. В нашем опыте выделены образцы, которые сочетали высокую урожайность со стабильностью – к-15495 Всадник, к-3967 0144 (398,6–343,8).

Коэффициент компенсации (K_{gi}) в селекции выявляет относительный вклад генотипа и среды в вариацию взаимодействия. При отборе стабильных генотипов следует отдавать предпочтение генотипам с K_{gi} меньше или равным 1.

По данному показателю наиболее стабильными были образцы к-15495 Всадник (0,08), к-3967 0144 (0,32), к-15498 Уралец (0,34).

Для определения экологической пластичности образцов овса использовали коэффициент линейной регрессии (b_i), который отражает реакцию сорта на изменение условий выращивания, в опыте b_i варьировал от 0,33 до 1,60. Образцы разделяли на категории: слабо отзывчивые ($b_i < 1$); наиболее отзывчивые ($b_i > 1$). Образцы к-15495 Всадник, к-3967 0144, к-15291 НЕТМАН, к-15498 Уралец, к-15429 CWAL, к-15496 Стиплер ($b_i - 0,33-0,97$) слабо реагировали на изменения условий среды и отнесены к экстенсивному типу. Образцы к-15419 KREZUS, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-4103 ОТ 53-4, к-15340 Уран, к-3951 0146, к-15472 Symphony ($b_i - 1,13-1,60$) вошли в категорию наиболее отзывчивых (интен-

сивный тип), которым для формирования высокой урожайности необходимы наилучшие условия среды.

Чем меньше отклонение показателей фактора стабильности (SF) от единицы, тем сорт более стабилен и его адаптивная способность выше. Максимально высокую стабильность (SF) выявили у образцов к-15495 Всадник (1,22), к-3967 0144 (1,42), к-15498 Уралец (1,57).

По результатам корреляционного анализа (табл. 5) выявлена очень сильная положительная зависимость между урожайностью и OAC_i (1,0); CV и σ^2_{CACi} (0,98), S_{gi} (0,99), K_{gi} (0,95), b_i (0,93), SF (0,97); σ^2_{CACi} и S_{gi} (0,98), K_{gi} (0,98), b_i (0,97), SF (0,97); S_{gi} и K_{gi} (0,96), b_i (0,94), SF (0,98); K_{gi} и b_i (0,95), SF (0,98); b_i и SF (0,94), следовательно параметры адаптивности свидетельствуют о стабильности образцов овса.

Таблица 5 – Корреляционная взаимосвязь урожайности коллекционных образцов овса пленчатого с параметрами адаптивности (2022–2024 гг.) /
Table 5 – Correlation between the yield of collection samples of filmy oats and the parameters of adaptivity (2022–2024)

Параметр / Parameters	Урожайность / Yield	CV	OAC_i / TAC_i	σ^2_{CACi}	S_{gi}	$ЦЦГ_i$ / BVG_i	K_{gi}	b_i	SF
Урожайность / Yield	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
CV	-0,06	1,0	-	-	-	-	-	-	-
OAC_i	1,0	-0,06	1,0	-	-	-	-	-	-
σ^2_{CACi}	0,12	0,98	0,12	1,0	-	-	-	-	-
S_{gi}	-0,05	0,99	-0,05	0,98	1,0	-	-	-	-
$ЦЦГ_i$	0,22	-0,98	0,22	-0,94	-0,98	1,0	-	-	-
K_{gi}	0,10	0,95	0,10	0,98	0,96	-0,92	1,0	-	-
b_i	0,22	0,93	0,22	0,97	0,94	-0,88	0,95	1,0	-
SF	-0,04	0,97	-0,04	0,97	0,98	-0,96	0,98	0,94	1,0

Примечания: CV – коэффициент вариации; OAC_i – общая адаптивная способность; σ^2_{CACi} – показатель вариации специфической адаптивной способности; S_{gi} – относительная стабильность генотипа; $ЦЦГ_i$ – селекционная ценность генотипа; K_{gi} – коэффициент компенсации; b_i – коэффициент линейной регрессии; SF – фактор стабильности /

Notes: CV – the coefficient of variation; TAC_i – the total adaptive capacity; σ^2_{CACi} – an indicator of the variation of a specific adaptive capacity; S_{gi} – the relative stability of the genotype; BVG_i – the breeding value of the genotype; K_{gi} – the compensation coefficient; b_i – the coefficient of linear regression; SF – the stability factor

Очень сильную отрицательную корреляционную зависимость наблюдали между показателями $ЦЦГ_i$ и CV (-0,98), σ^2_{CACi} (-0,94), S_{gi} (-0,98), K_{gi} (-0,92), b_i (-0,88), SF (-0,96). Это дало возможность выделить как стабильные, так и пластичные образцы, которые будут использованы в селекционной работе в качестве исходного материала при создании новых адаптивных сортов.

После изучения всех параметров мы использовали метод ранжирования, который информирует об уровне адаптивности данных образцов.

Образцы к-3967 0144, к-15495 Всадник и к-15429 CWAL, к-15498 Уралец имели наименьшую сумму рангов (30–52). Это говорит о том, что исследуемые образцы были наиболее адаптивными и устойчивыми по показателю «урожайность» в изменяющихся условиях среды (табл. 6).

Таблица 6 – Ранжирование образцов овса пленчатого по адаптивной способности (2022–2024 гг.) /
 Table 6 – Ranking of filmy oat samples by adaptive capacity (2022–2024)

Номер в каталоге ВИР / The number in the VIR catalog	Образец / Sample	CV, %	OAC _i / TAC _i	$\sigma^2_{CAC_i}$	S _{gi} , %	СЦГ _i / BVG _i	K _{gi}	b _i	SF	Y ₂ -Y ₁	Сумма рангов / The sum of the ranks	Место сорта / The place of the cultivar
к-15291	‘HETMAN’	4	11	4	4	5	4	14	4	4	54	5
к-15429	‘CWAL’	5	4	5	5	3	5	11	5	5	48	3
к-15495	Всадник / ‘Vsadnik’	1	10	1	1	1	1	15	1	1	32	2
к-15496	Стиплер / ‘Stipler’	10	13	9	11	12	8	10	11	9	93	11
к-15498	Уралец / ‘Uralets’	3	16	3	3	6	3	12	3	3	52	4
к-15419	‘KREZUS’	13	12	13	14	14	12	6	13	13	110	13
к-15468	‘Poseidon’	9	7	9	10	9	9	6	10	11	80	9
к-15473	‘Ozon’	11	8	11	12	11	10	5	12	12	92	10
к-3960	0131	11	9	6	7	8	6	9	7	6	69	7
к-3969	0122	6	2	8	6	4	7	7	6	8	54	5
к-4103	ОТ 53-4	14	15	15	15	15	14	4	14	15	121	15
к-15472	‘Symphony’	15	6	16	16	16	15	1	15	16	116	14
к-15340	Уран / ‘Uran’	7	1	12	8	7	11	3	8	10	67	6
к-3967	0144	2	3	2	2	2	2	13	2	2	30	1
к-3951	0146	12	5	14	13	13	13	2	13	14	99	12
-	Архан, ст. / ‘Arkhan’, st.	8	14	7	9	10	7	8	9	7	79	8

Закключение. В условиях Кировской области (Волго-Вятский регион) в среднем за годы исследований (2022–2024) высокую урожайность в сравнении со стандартным сортом Архан (479 г/м²) сформировали образцы овса пленчатого к-15429 CWAL, к-15495 Всадник, к-15496 Стиплер, к-15419 KREZUS, к-15468 Poseidon, к-15473 Ozon, к-3960 0131, к-3969 0122, к-15472 Symphony, к-15340 Уран, к-3967 0144, к-3951 0146 – 524 г/м², 489, 480, 481, 505, 499, 496, 539, 509, 541, 531, 514 г/м² соответственно. Статистически значимую прибавку урожайности к стандарту в отдельные

годы испытаний обеспечили образцы к-15429 CWAL, к-3969 0122, к-15340 Уран, к-3967 0144, к-15291 HETMAN, к-15495 Всадник. В результате ранговой оценки образцов по параметрам стрессоустойчивости и адаптивности по сумме рангов (30–52) выделены к-3967 0144 (США); к-15495 Всадник, к-15498 Уралец (Россия); к-15429 CWAL (Польша), которые проявили себя как наиболее устойчивые к абиотическим условиям Волго-Вятского региона по признаку «урожайность» и будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Список литературы

1. Зобнина И. В., Корелина В. А., Батакова О. Б. Направления и краткие итоги изучения коллекции овса посевного ярового в условиях Северного региона. Аграрный научный журнал. 2022;(4):18–22. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp18-22> EDN: JGYPNL
2. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Салтыков С. С., Пермякова С. В. Оценка параметров адаптивности коллекционных сортообразцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области. Зерновое хозяйство России. 2024;16(2):49–55. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-49-55> EDN: MITZMY
3. Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(2):42–49. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-42-49> EDN: KAWUZR

4. Баталова Г. А., Тулякова М. В., Жуйкова О. А. Адаптивный потенциал перспективных линий и сортов пленчатого овса селекции Федерального научного центра Северо-Востока. Российская сельскохозяйственная наука. 2020;(2):3–6. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627-2020-2-3-6> EDN: DAEXSJ
5. Ионов Е. В., Лиховидова В. А., Газе В. Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены. Зерновое хозяйство России. 2021;1(1):3–7. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7> EDN: MXNWTK
6. Трушко А. А., Власов А. Г., Халецкий С. П. Оценка урожайности и адаптивных свойств сортообразцов овса в конкурсном сортоиспытании. Земледелие и селекция в Беларуси. 2023;(59):261–267. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59460759> EDN: ZDUOQO
7. Сорокина А. В., Трифонова Л. И., Литвинчук О. В. Скрининг коллекционных образцов овса в условиях таежной зоны Томской области. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(2):15–18. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10203> EDN: FRZFBF
8. Баталова Г. А., Еремина А. А., Кротова Н. В., Вологжанина Е. Н., Жуйкова О. А. Характеристика адаптивного потенциала сортов овса пленчатого по результатам государственного испытания в Костромской области. Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019;5(3):281–289. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-281-288> EDN: DTPWPT
9. Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Урожайность и адаптивные свойства сортов пленчатого овса в Волго-Вятском регионе. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;(3(173)):31–36. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39413072> EDN: IHVLJR
10. Еремин Д. И., Любимова А. В., Еремина Д. В. Оценка засухоустойчивости и индексный скрининг сортов овса отечественной селекции. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023;(6):46–54. DOI: <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/6/46-54> EDN: WRTJFS
11. Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафронова И. В., Анисков Н. И. Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади. Аграрный вестник Урала. 2020;6(197):38–48. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48> EDN: LVELGY

References

1. Zobnina I. V., Korelina V. A., Batakova O. B. Directions and brief results of spring oat breeding in the conditions of the Northern region. *Agrarny nauchny zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):18–22. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp18-22>
2. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Saltykov S. S., Permyakova S. V. Estimation of adaptability parameters of collection hulled oats varieties according to productivity in the Kirov region. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2024;16(2):49–55. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-49-55>
3. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Aniskov N. I. Changes in oat grain yield and quality with increased adaptability of cultivars. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020;181(2):42–49. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-42-49>
4. Batalova G. A., Tulyakova M. V., Zhuykova O. A. Adaptive potential of perspective lines and cultivars of covered oat bred in FASC of North-East. *Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka*. 2020;(2):3–6. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627-2020-2-3-6>
5. Ionova E. V., Likhovidova V. A., Gaze V. L. The changes of adaptability and productivity of the winter bread wheat varieties in arid conditions according to the stages of variety changing. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2021;1(1):3–7. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7>
6. Trushko A. A., Vlasov A. G., Khaletsky S. P. Evaluation of the yield and adaptable traits of oats varieties in competitive variety testing. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi* = Arable Farming and Plant Breeding in Belarus. 2023;(59):261–267. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59460759>
7. Sorokina A. V., Trifonova L. I., Litvinchuk O. V. Screening of oat collection samples in the taiga zone of the Tomsk region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(2):15–18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10203>
8. Batalova G. A., Eremina A. A., Krotova N. V., Vologzhanina E. N., Zhuykova O. A. Characteristics of the adaptive potential of covered oats varieties based on the results of state testing in the Kostroma region. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Selskokhozyaystvennie nauki. Ekonomicheskie nauki* = Vestnik of the Mari State University Chapter «Agriculture. Economics». 2019;5(3):281–289. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-281-288>
9. Vologzhanina E. N., Batalova G. A. Yielding capacity and adaptive properties of chaffy oat varieties in the Volga-Vyatka region. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;(3(173)):31–36. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39413072>

10. Eremin D. I., Lyubimova A. V., Eremina D. V. Drought resistance and index screening of domestic selection oat varieties. *Vestnik Rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2023;(6):46–54. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/6/46-54>

11. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safronova I. V., Aniskov N. I. Analysis of oats varieties of omsk selection for the collection of protein per unit area. *Agrarny vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2020;6(197):38–48. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48>

Сведения об авторах

✉ **Салтыков Сергей Сергеевич**, младший научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д.3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2371-0617>, e-mail: sergei3221@outlook.com

Тулякова Марина Валентиновна, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства овса, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4493-1005>

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

Пермякова Светлана Владимировна, младший научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9595-1129>

Information about the authors

✉ **Sergey S. Saltykov**, junior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2371-0617>, e-mail: sergei3221@outlook.com

Marina V. Tulyakova, senior researcher, Head of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Oats, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4493-1005>

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

Svetlana V. Permyakova, junior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9595-1129>

✉ – Для контактов / Corresponding author