

## Кластерная оценка коллекционных плёчатых образцов овса посевного в условиях Северного региона

© 2025. И. В. Зобнина✉, В. А. Корелина, О. Б. Батакова, А. Н. Носков

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск, Российская Федерация

Современная селекция ярового овса направлена на реализацию потенциала продуктивности сорта в различных условиях окружающей среды. Цель исследований – изучить в коллекционном питомнике 19 плёчатых образцов овса посевного и выделить методами кластерного и корреляционного анализов генотипы с ценными хозяйственно-биологическими признаками. Исследования проводили в условиях Архангельской области (Северный регион) в 2022–2024 гг. при различных метеорологических условиях периодов вегетации (гидротермический коэффициент – 1,1...1,7). Образцы из коллекции ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова оценивали по 6 признакам (урожайность зерна, продолжительность периода «всходы – восковая спелость», продуктивная кустистость, масса зерна с метелки, число зерен в метелке, масса 1000 зерен), значения которых вводили в программу кластерного анализа. Выявлена нестабильность распределения образцов овса по кластерам в разные годы исследований, за исключением стандартного сорта Архан (I кластер). Наибольший интерес для использования в качестве источников хозяйственно ценных признаков представляют плёчатые образцы овса, вошедшие в I-II кластеры, по массе 1000 зёрен (37,4–42,7 г): URS CORONA, URS GUAPA, URS BRAVA, URS CHARRUA, стандарт Архан; по озернённости метёлки (64,1–76,5 шт.): UFRGS 21, UFRGS 02 6017-1, UFRGS 17, стандарт Архан; по скороспелости (74–76 дней): Скороспелый 1, Скороспелый 2, URS GURIA, URS TORENA, URS GUAPA, URS CHARRUA, UFRGS 03 7034-1. Выявлены корреляционные зависимости признака «число зёрен с метёлки» с массой зерна с метелки ( $r = 0,91, p \geq 0,001$ ) и урожайностью ( $r = 0,45, p \geq 0,05$ ).

**Ключевые слова:** *Avena sativa* subsp. *sativa* L., урожайность, масса метелки, масса зерна с метелки, масса 1000 зёрен

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук (тема FUUW-2024-0004, № 124022800234-0).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной статьи.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Зобнина И. В., Корелина В. А., Батакова О. Б., Носков А. Н. Кластерная оценка коллекционных плёчатых образцов овса посевного в условиях Северного региона. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2025;26(6):1206–1217. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1206-1217>

Поступила: 26.05.2025

Принята к публикации: 26.11.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025.

## Cluster assessment of collection filmy samples of oats in the Northern region

© 2025. Irina V. Zobnina✉, Valentina A. Korelina, Olga B. Batakova, Alexey N. Noskov

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation

Modern breeding of spring oats is aimed at realizing the productivity potential of the cultivar in various environmental conditions. The purpose of the research is to study 19 hulled samples of oats in a collection nursery and use cluster and correlation analysis to identify genotypes with valuable economic and biological characteristics. The studies were conducted in the Arkhangelsk Region (Northern Region) in 2022–2024 under various meteorological conditions during the vegetation periods (hydrothermal coefficient – 1.1...1.7). Samples from the collection of the Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov were evaluated according to 6 characteristics (grain yield, duration of the "germination-wax ripening" period, productive bushiness, grain weight per panicle, number of grains per panicle, and weight of 1000 grains), which were entered into the cluster analysis program. The distribution of oat samples by clusters was unstable in different years of the research with the exception of the standard cultivar 'Arkhan' (I cluster). Filmy oat samples included in clusters I-II are of the greatest interest for use as sources of agronomic traits according to the mass of 1000 grains (37.4–42.7 g): URS CORONA, URS GUAPA, URS BRAVA, URS CHARRUA, 'Arkhan' standard; according to the lacustrine content (64.1–76.5 pcs.): UFRGS 21, UFRGS 02 6017-1, UFRGS 17, 'Arhan' standard; by precocity (74–76 days): 'Skorospely 1', 'Skorospely 2', URS GURIA, URS TORENA, URS GUAPA, URS CHARRUA, UFRGS 03 7034-1. Correlations between the number of grains per panicle and grain weight ( $r = 0.91, p \geq 0.001$ ) and yield ( $r = 0.45, p \geq 0.05$ ) have been established.

**Keywords:** *Avena sativa* subsp. *sativa* L., yield, mass of panicle, mass of grain per panicle, mass of 1000 grains

**Acknowledgements:** 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 N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (subject FUUW-2024-0004, No. 124022800234-0).

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

*Conflict of interest:* the authors declare that there is no conflict of interest.

*For citation:* Zobnina I. V., Korelina V. A., Batakova O. B., Noskov A. N. Cluster assessment of collection filmy samples of oats in the Northern region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(6):1206–1217. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1206-1217>

Received: 26.05.2025

Accepted for publication: 26.11.2025

Published online: 26.12.2025

Овёс яровой – ценная зерновая и кормовая культура для условий южной части Северного региона РФ [1]. Благодаря высокой биологической пластичности овёс является базовой культурой для одновидовых, смешанных и совместных посевов однолетних трав на зерно, сенаж, силос, сено и другие виды корма [2]. При раннем укосе зеленая масса овса быстро отрастает и служит дополнительным источником корма для выпаса животных, а при большом количестве осадков и продолжительном тёплом периоде вегетации пригодна для 3–4-кратного стравливания [3]. Зерно овса – это важнейший источник растительного белка, жира и крахмала [4]. Однако многочисленные научные исследования указывают на низкую степень реализации генетического потенциала продуктивности этой важной сельскохозяйственной культуры – главного залога повышения урожайности и улучшения качества зерна овса [5, 6, 7]. Это говорит о том, что никакие новейшие технологии возделывания не могут гарантировать получение высокого урожая зерна, не опираясь на правильно подобранный сорт для конкретных климатических и почвенных условий. Учёные-селекционеры утверждают, что при работе с коллекцией растений важно исследовать большое число образцов по широкому спектру признаков разного качества [8, 9]. Для подбора генетически разных родительских форм и получения желаемых в селекции комбинаций источников могут быть использованы методы кластерного анализа [10]. По мнению селекционеров зерновых культур, изучение исходного материала коллекции ВИР необходимо проводить в течение 3–5 лет, тем не менее сорта, оказавшиеся явно не перспективными по результатам испытания первого года, часто отбраковывают и исключают из дальнейших исследований. При изучении сортообразцов овса учитывают, прежде всего, скороспелость, продуктивность метелки, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость и другие признаки [11, 12]. В настоящее время в селекции многих сельскохозяйственных культур широко приме-

няется кластерный анализ, который позволяет проводить объективную оценку исходного материала, способствует выявлению источников необходимых признаков и закономерностей в процессе создания новых гибридов или сортов [12, 13, 14, 15].

**Цель исследований** – изучить коллекционные плёнчатые образцы овса посевного и выделить методами кластерного и корреляционного анализов генотипы с ценными хозяйственно-биологическими признаками.

**Научная новизна** – методами кластерного и корреляционного анализов выявлены ценные родительские формы для селекционных программ по созданию плёнчатых сортов овса.

**Материал и методы.** Коллекционный питомник овса посевного (*Avena sativa* L.) закладывали в 2022–2024 гг. в Архангельской области на базе опытной станции «Котласская» и лаборатории растениеводства Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук.

Объекты исследования – 19 плёнчатых образцов овса посевного (*A. sativa* subsp. *sativa* L.) из коллекции ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), выделенных в условиях Северо-Запада РФ в качестве источников скороспелости и нейтрального фотопериода. Сортообразцы представлены 17 генотипами из Бразилии и 2 – из Ленинградской области. Стандартом служил сорт Архан.

Полевые, лабораторные исследования и наблюдения проводили по общепринятым методикам<sup>1,2,3</sup>. Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу – среднесуглинистая, среднеокультуренная (рН<sub>сол.</sub> – 6,2; гидролитическая кислотность – 1,43 мг-экв/100 г почвы; содержание органического вещества – 3,45 %, подвижных форм фосфора – 300 мг/кг почвы, обменных форм калия – 374 мг/кг почвы).

<sup>1</sup>Лоскутов 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.

<sup>2</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Под ред. М. А. Федина. М.: Колос, 1985. Вып. 1. 269 с.

<sup>3</sup>Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. The international comecon list of descriptors for the genus *Avena* L. Науч.-техн. совет стран-членов СЭВ по коллекциям диких и культ. видов растений и др. Л.: ВИР, 1984. 41 с.

Технология возделывания овса ярового типичная для Северного региона<sup>4</sup>. Химические средства защиты от болезней и вредителей не использовали. Предшественник – вика с овсом на зеленый корм. Весной под культивацию вносили минеральное удобрение – нитроаммофоска (16:16:16) в дозе 2 ц/га.

Закладка коллекционного питомника проведена вручную, посев – в 3-кратной повторности. Площадь деланки – 1 м<sup>2</sup>. Для обработки от сорной растительности в фазу кущения проведена химическая обработка баковой смесью гербицидами Магnum (в дозе 5,0 г/га) + Бале-рина (в дозе 0,25 л/га). В фазу полного созревания сортообразцы убраны вручную. Полученные в процессе исследований результаты обрабаты-вали дисперсионным и корреляционным мето-дами<sup>5</sup> с использованием пакета компьютерных программ AGROS v. 2.07 и STATGRAPHICS for Windows v. 5.1<sup>6</sup>. Кластерный анализ для группирования селекционных образцов по шести хозяйственно ценным признакам (урожайность зерна, продолжительность периода «всходы – восковая спелость», продуктивная кустистость, масса зерна с метелки, число зерен в метелке, масса 1000 зерен) проводили с использо-

ванием евклидовых расстояний в программе STATISTICA 10. Хозяйственно ценные признаки зерна определяли по Государственным стан-дартам: масса 1000 зерен – ГОСТ 12042-80<sup>7</sup>, агрохимические показатели почвы – ГОСТ Р 54650-2011<sup>8</sup>, ГОСТ 26213-91<sup>9</sup>, ГОСТ 26483-85<sup>10</sup>. Гидротермический коэффициент (ГТК) опре-деляли согласно методике Г. Т. Селянинова<sup>11</sup>. Агрометеорологические наблюдения вегета-ционных периодов представлены в соответ-ствии с показателями агрометеопоста, распо-ложенного на расстоянии 1,7 км от опытного участка.

**Результаты и их обсуждение.** В годы проведения эксперимента (2022–2024 гг.) метеорологические условия различались по темпера-туре и количеству выпавших осадков (табл. 1). По годам изучения величина ГТК варьировала от 1,1–1,3 до 1,7, от обеспеченного до избыточ-ного увлажнения. Сумма эффективных темпе-ратур за период с мая по август отличалась незначительно и составила 1266–1296 °С, что соответствовало биологическим требованиям культуры. По всем изучаемым годам сумма эффективных температур была выше средне-многолетних данных на 199–229 °С.

*Таблица 1 – Агрометеорологические условия периода вегетации овса ярового за годы проведения исследований /*  
*Table 1 – Agrometeorological conditions of the growing season of spring oats over the years of the research*

<i>Показатель / Indicator</i>	<i>2022 г.</i>	<i>2023 г.</i>	<i>2024 г.</i>	<i>Среднее за 2022–2024 гг. / Average for 2022–2024</i>	<i>Среднее многолетнее / Long-term average annual</i>
Сумма эффективных температур, °С / The sum of effective temperatures, °С	1296	1266	1274	1279	1067
Средняя температура воздуха в вегетационный период, °С / Average air temperature during the growing season, °С	17,9	16,6	14,6	17,3	13,5
Сумма осадков, мм / Precipitation amount, mm	270	270	271	293	246,8
Гидротермический коэффициент / Hydrothermal coefficient	1,7	1,3	1,1	1,4	1,7

<sup>4</sup>Комарова Г. Н. Технология возделывания овса на зерно в экстремальных условиях севера Томской области: рекомендации. РАСХН, Сиб. Отд.-ние. СибНИИСХиТ. Томск, 2007. 11 с. URL: [https://sibniit.tomsknet.ru/files/articles/technology\\_oat.pdf](https://sibniit.tomsknet.ru/files/articles/technology_oat.pdf)

<sup>5</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

<sup>6</sup>Программа StatSoft STATISTICA 10.0.1011 Eneterpise (x86/x64), 2021.

<sup>7</sup>ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 22 с. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/4709>

<sup>8</sup>ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/32d/4293788445.pdf>

<sup>9</sup>ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf>

<sup>10</sup>ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/738/4294827946.pdf>

<sup>11</sup>Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. М.: Гидрометеоздат, 1977. 220 с.

Достаточно благоприятные метеорологические условия сложились в 2022 г. Выпавшие осадки в третьей декаде мая, первой декаде июня и во второй декаде июля были кратковременными и обильными, что способствовало повышению продуктивной влаги в почве до хорошей степени увлажнённости. Растения овса, получающие достаточное количество влаги, были более устойчивы к засухе и другим стрессовым условиям, что также повлияло на их выносливость к болезням и вредителям. В целом, такие погодные условия положительно сказались на развитии растений и способствовали получению хорошего урожая зерна.

Сложившиеся погодные условия 2023 г. оказались умеренно благоприятными для развития овса ярового. Начало периода вегетации отличалось оптимальным сочетанием по увлажнению и температурному режиму, что положительно повлияло на развитие растений. Дефицит влаги наблюдали в первой – второй декадах июля (фазы цветения и полной спелости) и во второй – третьей декадах августа.

Агроклиматические условия 2024 г. по-разному складывались по декадам и месяцам, по отдельным периодам характеризовались как неблагоприятные для роста и развития овса ярового – культуры, наиболее требовательной к влаге. Высокие температуры воздуха

и значительный недостаток влаги в третьей декаде июня негативно сказались в июле (в период «выход в трубку – вымётывание») на росте и развитии овса. В таких сложившихся погодных условиях растения овса не смогли реализовать свой биологический потенциал, что привело к ухудшению налива зерна и недобору урожая.

В своей работе селекционер часто сталкивается с большим объемом материала по целому набору разных по своей природе признаков, который необходимо каким-либо образом систематизировать для выделения лучших форм по комплексу хозяйственно ценных признаков, что достигается с помощью кластерного анализа<sup>12</sup>.

Статистическая обработка хозяйственно ценных параметров сортообразцов плёнчатого овса ярового позволила выявить достоверные различия между кластерами (табл. 2). Основным критерий оценки сортов – урожайность.

После статистической обработки данных изучаемых образцов овса кластерным анализом установлено, что в данной генеральной совокупности выделяются три хорошо различимых кластера. Для наглядной иллюстрации результатов кластеризации представлена дендрограмма (древовидная диаграмма), на которой графически изображена иерархическая структура этой комбинации (рис. 1).

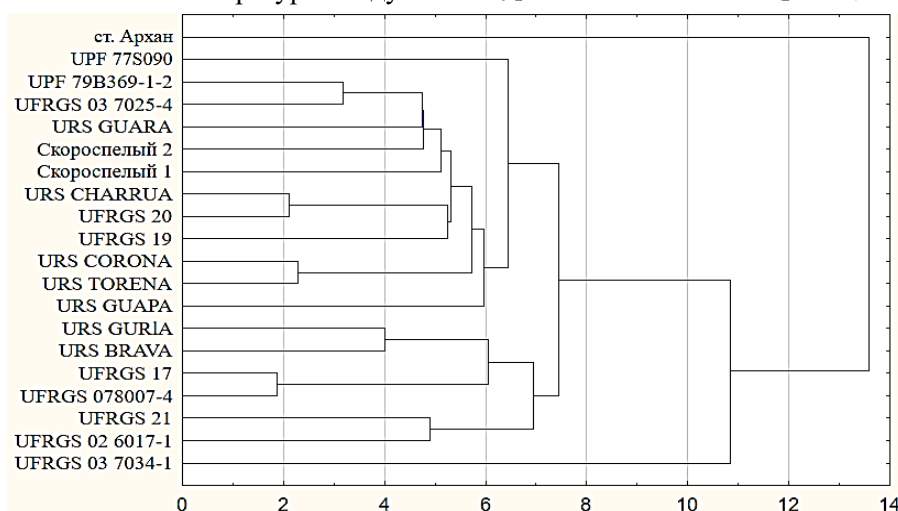


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации пленчатых образцов в коллекционном питомнике овса посевного (2022 г.) /

Fig. 1. Dendrogram of filmy samples clustering in the collection nursery of cultivated oats (2022)

Для образцов, выделенных в кластеры, характерен схожий набор признаков внутри кластера и достоверные различия с другими кластерами.

Сорт-стандарт Архан относится к первому кластеру по следующим максимальным

показателям: урожайность зерна – 720 г/м<sup>2</sup>; продолжительность периода «всходы – восковая спелость» – 6 дней; масса зерна с метёлки – 3,0 г; число зерен в метёлке – 74,9 шт.; масса 1000 зёрен – 37,6 г.

<sup>12</sup>Мандель И. Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.

Таблица 2 – Характеристики пленчатых образцов овса посевного по ценным хозяйственным и биологическим признакам по дендрограмме (2022 г.) /  
Table 2 – Characteristics of filmy samples of cultivated oats by valuable economic and biological traits according to the dendrogram (2022)

Номер по каталогу BIR / VIR catalog number	Образец / Sample	Урожайность зерна, г/м <sup>2</sup> / Yield of grain, g/m <sup>2</sup>	Продолжительность периода «всходы-восковая спелость», дни / Duration of the "shoots-wax ripeness" period, days	Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs.	Масса зерна с метёлки, г / Grain weight per panicle, g	Число зёрен в метёлке, шт. / Number of grains in a panicle, pcs.	Масса 1000 зёрен, г / Weight of 1000 grains, g
I кластер / I cluster							
-	ст. Архан / st. 'Arhan'	720	76	2,5	3,0	74,9	37,6
II кластер / II cluster							
к-14009	UPF 77S090	330	78	2,5	1,27	38,2	31,3
к-14010	UPF 79B369-1-2	280	76	2,5	1,02	27,3	35,5
к-15733	UFRGS 03 7025-4	460	79	2,3	0,99	26,3	35,3
к-15482	URS GUARA	460	76	3,9	1,28	31,8	35,9
к-15548	Скороспелый 2 / 'Skorospely 2'	260	72	2,3	0,87	28,3	37,9
к-15547	Скороспелый 1 / 'Skorospely 1'	440	72	3,0	1,21	33,2	39,1
к-15486	URS CHARRUA	490	75	3,3	1,66	39,1	37,8
к-15544	UFRGS 20	380	74	3,3	1,2	38,1	39,3
к-15543	UFRGS 19	600	76	2,5	1,62	43,2	34,8
к-15481	URS CORONA	300	76	3,0	0,92	28,5	42,5
к-15488	URS TORENA	230	74	3,0	1,03	29,4	43,1
к-15484	URS GUAPA	230	74	3,2	0,69	22,5	38,3
к-15487	URS GURIA	350	72	3,0	3,0	50,0	38,2
к-15490	URS BRAVA	630	75	2,0	1,82	48,6	39,8
к-15541	UFRGS 17	530	78	2,4	2,24	53,8	40,3
к-15599	UFRGS 078007-4	290	78	2,2	2,24	54,5	38,6
к-15545	UFRGS 21	650	75	2,0	2,04	64,0	36,9
к-15730	UFRGS 02 6017-1	380	79	2,1	2,3	61,3	37,6
III кластер / III cluster							
к-15734	UFRGS 03 7034-1	70	74	2,8	0,4	14,0	31,6
	HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	170	2,19	0,51	0,81	14,7	3,28



Второй кластер объединил 18 образцов, урожайность которых варьировала от 230 до 650 г/м<sup>2</sup>, продолжительность периода «всходы – восковая спелость» составила 72–79 дней, продуктивная кустистость – 2,0–3,9 шт., масса зерна с метёлки – 0,69–3,0 г, число зёрен в метёлке – 22,5–64,0 шт., масса 1000 зёрен – 31,3–43,1 г.

В третий кластер вошёл один образец UFRGS 03 7034-1 с низкими показателями: урожайность зерна – 70 г/м<sup>2</sup>; продолжительность периода «всходы – восковая спелость» – 74 дня; продуктивная кустистость – 2,8 шт.; масса зерна с метёлки – 0,4 г; число зёрен в метёлке – 14 шт.

Из дендрограммы кластеризации по хозяйственно ценным признакам выявлена наиболее близкая связь у сортообразцов UPF 79B369-1-2, UFRGS 03 7025-4, URS GUARA, Скороспелый 2, Скороспелый 1, которые имеют сходные характеристики в отношении исследованных признаков (рис. 1).

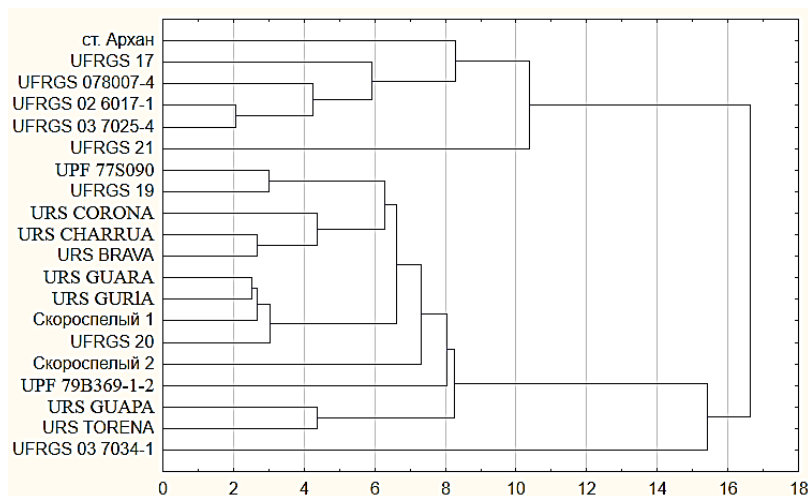
При проведении кластерного анализа пленчатых образцов овса по основным хозяйственно-биологическим признакам установлено, что при создании новых сортов в качестве исходного материала целесообразно исполь-

зовать образцы, относящиеся к первому кластеру. Данные образцы характеризуются высокими показателями, отбор по которым является наиболее предпочтительным для селекции на улучшение качественных характеристик.

Включение в селекционный процесс сортообразцов овса, вошедших во второй кластер с более низкими показателями изучаемых признаков, приведет к меньшей эффективности селекции. Отбор по третьему кластеру не осуществляется, так как образцы, относящиеся к данному кластеру, не обладают достаточной значимостью в плане исследуемого показателя, что делает их нежелательными для селекции и дальнейшего использования в создании новых сортов овса из-за низкой продуктивности и качества зерна, что не соответствует целям селекции.

Кластерный анализ сортообразцов коллекционного питомника 2023 г. по совокупности шести признаков распределил образцы на 5 кластеров (табл. 3).

На основании полученных данных построена дендрограмма кластеризации сортообразцов (рис. 2).



**Рис. 2. Дендрограмма кластеризации пленчатых образцов в коллекционном питомнике овса посевного (2023 г.) /**

**Fig. 2. Dendrogram of filmy samples clustering in the collection nursery of cultivated oats (2023)**

В первый кластер выделен стандартный районированный сорт овса Архан, показавший максимальные значения по отдельным параметрам: урожайность зерна – 780 г/м<sup>2</sup>; масса зерна с метёлки – 3,34 г; число зёрен в метёлке – 83,7 шт.; продолжительность периода «всходы – восковая спелость» – 78 дней; масса 1000 зёрен – 36,2 г.

Во второй кластер вошли 4 образца из Бразилии, которые характеризуются продолжительностью периода «всходы – восковая

спелость» – 77–78 дней, средней продуктивной кустистостью – 2,3–2,9 шт., числом зёрен в метёлке – 71,6–80,0 шт., массой зерна с метёлки – 2,15–2,98 г, массой 1000 зёрен – 30,4–36,0 г.

В третий кластер включен один образец UFRGS 21 с максимальным числом зёрен в метёлке – 91,6 г, продолжительностью периода «всходы – восковая спелость» – 80 дней, продуктивной кустистостью – 2,1 шт., массой 1000 зёрен – 31,8 г, массой зерна с метёлки – 2,53 г.

Таблица 3 – Характеристики пленчатых образцов овса посевного по ценным хозяйственно-биологическим признакам по дендрограмме (2023 г.) /  
Table 3 – Characteristics of filmy samples of cultivated oats by valuable economic and biological characteristics according to the dendrogram (2023)

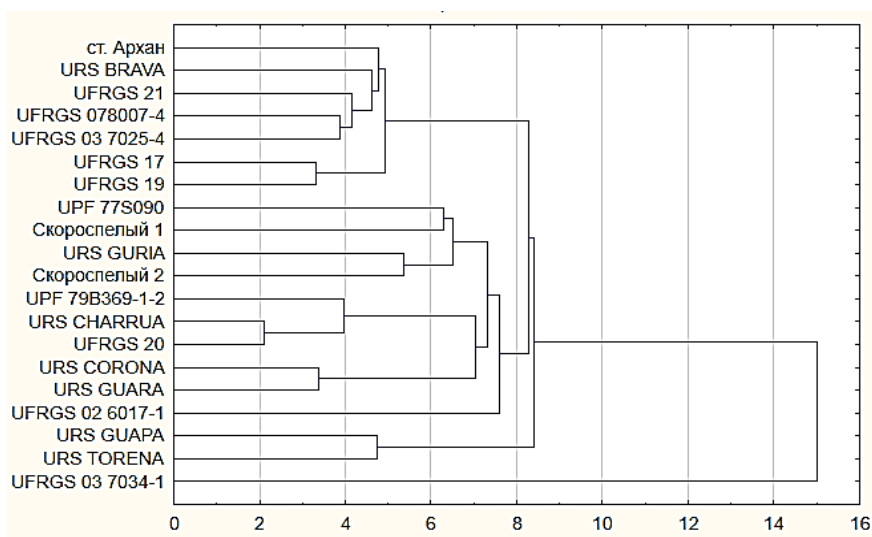
Номер по каталогу BIP / VIR catalog number	Образец / Sample	Урожайность зерна, г/м <sup>2</sup> / Yield of grain, g/m <sup>2</sup>	Продолжительность периода «всходы-восковая спелость», дни / Duration of the "shoots-wax ripeness" period, days	Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs.	Масса зерна с метёлки, г / Grain weight per panicle, g	Число зёрен в метёлке, шт. / Number of grains in a panicle, pcs.	Масса 1000 зёрен, г / Weight of 1000 grains, g
I кластер / I cluster							
-	ст. Архан' / st. 'Arhan'	780	78	2,8	3,34	83,7	36,2
II кластер / II cluster							
к-15541	UFRGS 17	370	78	2,9	2,15	71,6	30,4
к-15599	UFRGS 078007-4	360	77	2,6	2,72	75,6	34,6
к-15730	UFRGS 02 6017-1	610	77	2,3	2,39	80,0	36,0
к-15733	UFRGS 03 7025-4	100	78	2,9	2,98	79,7	34,5
III кластер / III cluster							
к-15545	UFRGS 21	420	80	2,1	2,53	91,6	31,8
IV кластер / IV cluster							
к-14009	UPF 77S090	510	78	3,3	1,36	49,3	33,1
к-15543	UFRGS 19	200	80	3,1	1,63	51,4	32,4
к-15481	URS CORONA	690	76	3,0	1,86	52,9	40,0
к-15486	URS CHARRUA	530	76	3,1	1,67	48,6	39,3
к-15482	URS GUARA	520	76	3,3	1,56	40,8	33,0
к-15487	URS GURIA	730	74	3,3	1,56	40,8	34,5
к-15547	Скороспелый 1 / 'Skorospely 1'	220	74	3,0	1,07	43,3	35,1
к-15544	UFRGS 20	180	76	2,6	1,26	38,6	31,1
к-15548	Скороспелый 2 / 'Skorospely 2'	310	74	3,3	1,43	55,6	32,4
к-14010	UPF 79B369-1-2	400	82	3,0	1,14	35,3	35,3
к-15484	URS GUAPA	270	75	2,7	1,04	29,3	38,6
к-15488	URS TORENA	330	78	2,9	0,75	28,1	35,7
к-15490	URS BRAVA	670	78	2,9	1,55	46,9	38,9
V кластер / V cluster							
к-15734	UFRGS 03 7034-1	100	74	2,9	0,27	13,3	34,1
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		209	2,21	0,32	0,69	21,1	2,75

В четвёртый кластер вошли 14 образцов. Урожайность зерна – 180–730 г/м<sup>2</sup>, продолжительность периода «всходы – восковая спелость» – 74–82 дня, продуктивная кустистость – 2,6–3,3 шт., масса 1000 зёрен – 31,1–40,0 г, масса зерна с метёлки – 0,75–1,86 г.

В пятый кластер выделен один образец UFRGS 03 7034-1 с самыми низкими показателями.

Из дендрограммы кластеризации по хозяйственно ценным признакам выявлена наиболее тесная связь у следующих сортообразцов URS GUARA, URS GURIA, Скороспелый 1, UFRGS 20 (рис. 2).

Кластерный анализ сортообразцов коллекционного питомника 2024 г. по совокупности шести признаков распределил образцы на 4 кластера (табл. 4, рис. 3).



**Рис. 3. Дендрограмма кластеризации пленчатых образцов в коллекционном питомнике овса посевного (2024 г.) /**

**Fig. 3. Dendrogram of filmy samples clustering in the collection nursery of cultivated oats (2024)**

I кластер объединил стандартный районированный сорт Архан и 6 образцов, урожайность зерна варьировала от 380 до 710 г/м<sup>2</sup>, продолжительность периода «всходы – восковая спелость» составила 75–85 дней, продуктивная кустистость – 2,3–3,3 шт., масса зерна с метёлки – 2,6–3,1 г, число зёрен в метёлке – 51,4–70,8 шт., масса 1000 зерен – 35,9–41,3 г.

II кластер является самым многочисленным, включает 10 сортообразцов, в том числе 8 из Бразилии и 2 образца из России (Ленинградская обл.). Урожайность зерна составила 90–770 г/м<sup>2</sup>, продолжительность периода «всходы – восковая спелость» – 75–82 дня, продуктивная кустистость – 1,7–3,6 шт., масса зерна с метёлки – 1,2 и 2,2 г, число зёрен в метёлке – 33,0–54,5 шт., масса 1000 зерен – 36,1–45,5 г. Максимальной массой 1000 зерен (45,5 г) выделился образец из Бразилии (URS CORONA), сформировавший урожайность зерна 330 г/м<sup>2</sup>, число зёрен в метёлке – 44,3 шт. и продуктивную кустистость 2,0 шт. Во II кластере максимальную урожайность 770 г/м<sup>2</sup> показал номер URS CHARRUA из Бразилии с массой 1000 зерен до 38,7 г (табл. 4).

Кластер III включает 2 сортообразца, урожайность зерна – 210–230 г/м<sup>2</sup>, масса зерна с метёлки – 1,0–2,0 г, число зёрен в метёлке – 23–53,8 шт., масса 1000 зерен – 42,3–42,8 г.

В IV кластер вошёл один образец UFRGS 03 7034-1 с очень низкими показателями.

Из дендрограммы кластеризации по хозяйственно ценным признакам выявлена наиболее близкая связь у сортообразцов Архан (стандарт), URS BRAVA, UFRGS 21, UFRGS 078007-4 и UFRGS 03 7025-4 (рис. 3).

В селекционной работе практическую ценность представляет выявление фенотипических корреляций между парами исследованных признаков. Проведена оценка нормальности распределения исходных данных для обоснованного использования коэффициента корреляции. Вид кривой соответствует степени варьирования изучаемого признака. Корреляционный анализ урожайности зерна овса от основных элементов структуры урожая показал как положительную, так и отрицательную степень взаимосвязей.



Таблица 4 – Характеристики плёнчатых образцов овса посевного по ценным хозяйственно биологическим признакам по дендрограмме (2024 г.) /  
Table 4 – Characteristics of filmy samples of cultivated oats by valuable economic and biological characteristics according to the dendrogram (2024)

Номер по каталогу ВИР / VIR catalog number	Образец / Sample	Урожайность зерна, г/м <sup>2</sup> / Yield of grain, g/m <sup>2</sup>	Продолжительность периода «всходы-восковая спелость», дни / Duration of the "shoots-wax ripeness" period, days	Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs.	Масса зерна с метёлки, г / Grain weight per panicle, g	Число зёрен в метёлке, шт. / Number of grains in a panicle, pcs.	Масса 1000 зёрен, г / Weight of 1000 grains, g
I кластер / I cluster							
-	ст. Архан / st. 'Arhan'	580	78	2,3	2,8	70,8	38,3
к-15490	URS BRAVA	600	78	2,7	2,6	61,3	37,9
к-15545	UFRGS 21	470	75	2,7	2,9	68,6	35,9
к-15599	UFRGS 078007-4	380	78	3,3	2,7	65,0	36,2
к-15733	UFRGS 03 7025-4	510	78	2,7	2,9	68,6	37,0
к-15541	UFRGS 17	710	78	2,3	3,1	67,0	41,8
к-15543	UFRGS 19	690	79	2,4	2,7	51,4	40,8
II кластер / II cluster							
к-14009	UPF 77S090	230	82	2,6	1,7	42,7	36,9
к-15547	Скороспелый 1 / 'Skorosply 1'	300	75	2,4	1,7	54,5	38,5
к-15487	URS GURIA	630	79	2,3	2,1	54,3	38,2
к-15548	Скороспелый 2 / 'Skorosply 2'	400	75	3,6	1,6	49,6	36,0
к-14010	UPF 79B369-1-2	90	82	2,4	1,2	33,0	36,1
к-15486	URS CHARRUA	770	76	2,1	1,4	35,7	38,7
к-15544	UFRGS 20	360	82	3,0	1,4	50,0	39,8
к-15481	URS CORONA	330	79	2,0	1,7	44,3	45,5
к-15482	URS GUARA	250	76	1,7	2,0	41,0	44,9
к-15730	UFRGS 02 6017-1	370	78	2,3	2,2	51,4	38,5
III кластер / III cluster							
к-15484	URS GUAPA	210	77	1,7	2,0	53,8	42,3
к-15488	URS TORENA	230	75	2,3	1,0	23,0	42,8
IV кластер / IV cluster							
к-15734	UFRGS 03 7034-1	75	75	2,9	0,5	9,3	36,7
	HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	200	2,34	0,48	0,72	16,0	2,95

По корреляционным взаимосвязям парных признаков Пирсона в среднем за годы исследований среднюю положительную связь с урожайностью показал признак «масса зерна с метёлки» ( $r = 0,52$ ,  $p \geq 0,05$ ), «число зёрен в метёлке» ( $r = 0,31$ ) и продолжительность периода «всходы – восковая спелость» ( $r = 0,30$ ). Силу коррелятивной связи оценивали по

Б. А. Доспехову:  $r < 0,3$  – слабая;  $r = 0,3-0,7$  – средняя;  $r > 0,7$  – сильная.

Наиболее тесную значимую связь с элементами структуры урожая показал признак «число зёрен в метёлке»: с массой зерна с метелки за весь период исследований ( $r = 0,91$ ,  $p \geq 0,001$ ) и урожайностью в 2022 и 2024 гг. (0,71 и 0,70 соответственно,  $p \geq 0,05$ ) (табл. 5).

Таблица 5 – Коэффициенты парных корреляций между признаком «число зерен с метелки» и основными элементами структуры урожая плёнчатых образцов овса посевного /

Table 5 – Coefficients of pairwise correlations between the "number of grains per panicle" trait and the main elements of the yield structure of filmy samples of oats

Год / Year	Урожайность зерна / Yield of grain	Продолжительность периода «всходы-восковая спелость» / Duration of the "shoots-wax ripeness" period	Продуктивная кустистость, / Productive bushiness	Масса зерна с метёлки / Grain weight per panicle	Масса 1000 зёрен / Weight of 1000 grains
2022	0,71	0,53	0,46	0,92	0,17
2023	0,27	0,47	-0,48	0,94	-0,18
2024	0,70	0,30	0,06	0,97	-0,19
2022–2024	0,45	0,40	-0,21	0,91	-0,14

Результаты корреляционного анализа указывают на то, что увеличение количества и массы зерен в каждой метёлке, а также продолжительности периода вегетации являются важными биологическими факторами, способствующими повышению урожайности культуры. Селекционеры могут использовать эту информацию для отбора и выведения сортов овса с улучшенными характеристиками, направленными на оптимизацию этих признаков.

**Закключение.** В условиях Архангельской области в период 2022–2024 гг. получена характеристика пленчатых образцов овса посевного из коллекции ВИР по основным хозяйственно-биологическим признакам.

Кластерный анализ исследуемых сортообразцов позволил разбить их на группы (кластеры) и выделить номера, обладающие хозяйственно-биологическими признаками, ценными при селекции культуры на высокую продуктивность. Данная группировка образцов позволила оценить корреляционные связи у изучаемых признаков в разные годы изучения. За 2022–2024 гг. исследований наиболее тесная значимая взаимосвязь установлена между

признаками «число зёрен в метёлке» и «масса зерна с метелки» ( $r = 0,91$ ,  $p \geq 0,001$ ). При поиске источников хозяйственно ценных признаков наиболее значимый интерес представляют пленчатые сортообразцы, входящие в I и II кластеры. В наших исследованиях к I кластеру все три года изучения относился только стандартный сорт Архан.

По результатам сортоизучения пленчатых образцов овса посевного в коллекционном питомнике (2022–2024 гг.) методом кластерного анализа выделены источники, представляющие интерес для включения в селекционный процесс:

- по массе 1000 зёрен (37,4–42,7 г): URS CORONA, URS GUAPA, URS BRAVA, URS CHARRUA и стандарт Архан;

- по озернённости метёлки (64,1–76,5 шт.): UFRGS 21, UFRGS 02 6017-1, UFRGS 17, стандарт Архан;

- по скороспелости (74–76 дней): Скороспелый 1, Скороспелый 2, URS GURIA, URS TORENA, URS GUAPA, URS CHARRUA, UFRGS 03 7034-1.

#### Список литературы

1. Зобнина И. В., Корелина В. А., Батакова О. Б. Реакция абиотических условий на формирование урожайности зерна овса ярового в условиях Северного региона РФ. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020;15(3):263–271.

DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2020-15-3-263-271> EDN: OFLYVM

2. Емельянов А. М., Бутудаев А. П., Бутуханов А. Б., Кушнарёв А. Г., Коршунов В. М. Овес на зерносеяж в системе земледелия и кормопроизводства Бурятии. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2021;(2(63)):6–12. DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2021.63.2.001> EDN: PADENF

3. Юсова О. А., Николаев П. Н., Васюкевич В. С., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Качество зерна сортов овса селекции Омского аграрного научного центра. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020;(3):81–91. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42724310> EDN: AYYJSJW
4. Скрябин А. А., Фрольцова И. Н., Антипина А. А. Овёс посевной – ценная злаковая культура. E-Scio. 2020;(8(47)):282–290. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43923007> EDN: YRTBTX
5. Добруцкая Е. Г., Пивоваров В. Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке. Селекция и семеноводство. 2000;(1):28–30.
6. Косяненко Л. П. Сорт как ведущий фактор эффективности зернового производства. Зерновое хозяйство. 2002;(5):18–19.
7. Фатыхов И. Ш., Колесникова В. Г., Степанова М. А. Сравнительная продуктивность сортов овса при разных нормах высева в Среднем Предуралье. Главный агроном. 2007;(5):8–10.
8. Аbugалиева С. И., Середа Г. А., Чудинов В. А., Сариев Б. С., Турусpekов Е. К. Анализ хозяйственно ценных признаков мировой коллекции овса, выращенной в трех различных регионах Казахстана. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013;171:168–174.
9. Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(6):949–957. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957> EDN: SIRCSC
10. Петрова Л. В. Оценка коллекционных сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) по хозяйственно ценным признакам методом кластерного анализа в условиях Центральной Якутии. Международный сельскохозяйственный журнал. 2021;(5(383)):46–50. DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-5-46-50> EDN: ZZTLJF
11. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермьякова С. В. Адаптивный потенциал коллекционных образцов овса пленчатого в условиях Кировской области. Таврический вестник аграрной науки. 2022;(2(30)):143–154. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49231773> EDN: AIRDGBP
12. Степанова Н. А., Сидоренко В. С., Яндубайкин Е. Е. Кластерный анализ сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы по показателям структурного анализа и качества зерна. Зернобобовые и крупяные культуры. 2023;(2(46)):107–116. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-2-107-116> EDN: WYBVMP
13. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Кластерный анализ коллекционного материала гороха с генами усатого типа листа (af) и неосыпаемости семян (def). Зерновое хозяйство России. 2021;(2(74)):40–44. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-74-2-40-44> EDN: DUSXER
14. Шурхаева К. Д., Фадеева А. Н. Изучение генофонда гороха посевного с применением кластерного анализа. Зернобобовые и крупяные культуры. 2020;(1(33)):16–23. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11149> EDN: YMRSRX
15. Сотник А. Я., Лоскутов И. Г. Селекционно-ценные образцы овса с оптимальным сочетанием урожайности и продолжительности вегетационного периода для Приобской лесостепи. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(2):19–23. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10204> EDN: OJJQTB

### References

1. Zobnina I. V., Korelina V. A., Batakova O. B. Influence of abiotic factors on spring oat yields in the northern region of Russian Federation. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družbi narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2020;15(3):263–271. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2020-15-3-263-271>
2. Emelyanov A. M., Butudaev A. P., Butukhanov A. B., Kushnarev A. G., Korshunov V. M. Oats for grains silage in the farming and fodder production system in Buryatia. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova* = Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture. 2021;(2(63)):6–12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2021.63.2.001>
3. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Vasyukevich V. S., Aniskov N. I., Safonova I. V. Grain quality of spring oat varieties developed at the Omsk agricultural scientific center. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2020;(3):81–91. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42724310>
4. Skryabin A. A., Frolova I. N., Antipina A. A. Oats are a valuable cereal crop. E-Scio. 2020;(8(47)):282–290. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43923007>
5. Dobrutskaia E. G., Pivovarov V. F. The ecological role of a cultivar in the 21st century. *Selektsiya i semenovodstvo*. 2000;(1):28–30. (In Russ.).
6. Kosyanko L. P. Variety as a leading factor in the efficiency of grain production. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002;(5):18–19. (In Russ.).
7. Fatikhov I. Sh., Kolesnikova V. G., Stepanova M. A. Comparative productivity of oat cultivars at different seeding rates in the Middle Urals. *Glavny agronom*. 2007;(5):8–10. (In Russ.).
8. Abugalieva S. I., Sereda G. A., Chudinov V. A., Sariev B. S., Turuspekov E. K. Agronomic traits variability of world collection of oat grown in three regions of Kazakhstan. *Trudi po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2013;171:168–174. (In Russ.).

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

10. Petrova L. V. Evaluation of collection varietal samples of sown oats (*Avena sativa* L.) by economically valuable characteristics by the method of cluster analysis in the conditions of Central Yakutia. *Mezhdunarodny selskokhozyaystvenny zhurnal* = International Agricultural Journal. 2021;(5(383)):46–50. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-5-46-50>

11. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V. Adaptive potential of filmy *Avenasativa* L. samples under conditions of the Kirov region. *Tavrishesky vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2022;(2(30)):143–154. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49231773>

12. Stepanova N. A., Sidorenko V. S., Yandubaykin E. E. Cluster analysis of varieties and breeding lines of spring soft wheat by indicators of structural analysis and grain quality. *Zernobobovie i krupyanie kulturi* = Legumes and Groat Crops. 2023;(2(46)):107–116. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-2-107-116>

13. Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V. Cluster analysis of collection material of peas with genes of leafletless type (af) and non-shedding seeds (def). *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2021;(2(74)):40–44. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-74-2-40-44>

14. Shurkhaeva K. D., Fadeeva A. N. Study of the field pea gene pool with application of cluster analysis. *Zernobobovie i krupyanie kulturi* = Legumes and Groat Crops. 2020;(1(33)):16–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11149>

15. Sotnik A. Ya., Loskutov I. G. Valuable breeding oats varieties having optimal productivity and duration of the growing season for the forest-steppe of the Ob river region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(2):19–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10204>

#### **Сведения об авторах**

✉ **Зобнина Ирина Валентиновна**, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, пр. Никольский, д. 20, г. Архангельск, Российская Федерация, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8585-0036>, e-mail: [19651960@mail.ru](mailto:19651960@mail.ru)

**Корелина Валентина Александровна**, кандидат с.-х. наук, зав. лаборатории растениеводства, ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, пр. Никольский, д. 20, г. Архангельск, Российская Федерация, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6052-7574>

**Батакова Ольга Борисовна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории растениеводства, ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, пр. Никольский, д. 20, г. Архангельск, Российская Федерация, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9883-6054>

**Носков Алексей Николаевич**, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, пр. Никольский, д. 20, г. Архангельск, Российская Федерация, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3848-2060>

#### **Information about the authors**

✉ **Irina V. Zobnina**, researcher, the Laboratory of Crop Production, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Nikolsky Ave., 20, Arkhangelsk, Russian Federation, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8585-0036>, e-mail: [19651960@mail.ru](mailto:19651960@mail.ru)

**Valentina A. Korelina**, PhD in Agricultural Science, Head of the Laboratory of Crop Production, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Nikolsky Ave., 20, Arkhangelsk, Russian Federation, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6052-7574>

**Olga B. Batakova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Laboratory of Crop Production, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Nikolsky Ave., 20, Arkhangelsk, Russian Federation, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9883-6054>

**Alexey N. Noskov**, researcher, the Laboratory of Crop Production, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Nikolsky Ave., 20, Arkhangelsk, Russian Federation, 163020, e-mail: [dirnauka@fciarctic.ru](mailto:dirnauka@fciarctic.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3848-2060>

✉ – Для контактов / Corresponding author