

## ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья

УДК 633.13;631.527.5

DOI: 10.30901/2227-8834-2026-2-021

Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами F<sub>1</sub> овса в условиях Северного ЗауральяА. К. Таутекенова<sup>1</sup>, Н. А. Боме<sup>2</sup><sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья, Тюменская область, Россия<sup>2</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, РоссияАвтор, ответственный за переписку: Азия Кайсаровна Таутекенова, [atautekenova@gmail.com](mailto:atautekenova@gmail.com)

**Актуальность.** В условиях нестабильного климата Северного Зауралья создание адаптивных и высокопродуктивных сортов овса посевного (*Avena sativa* L.) требует вовлечения в селекцию новых доноров ценных генов и глубокого изучения закономерностей наследования хозяйственно ценных признаков. Цель исследования – определить эффект гетерозиса и тип фенотипического доминирования основных количественных признаков у гибридов первого поколения (F<sub>1</sub>) овса посевного в почвенно-климатических условиях Северного Зауралья.

**Материалы и методы.** В 2023–2024 гг. в лесостепной зоне Тюменской области изучено 14 гибридных комбинаций (F<sub>1</sub>), полученных от скрещивания местных сортов ('Тобояк', 'Отрада', 'Фома') с донорами генов устойчивости к корончатой ржавчине (*Pc*). Оценка проведена на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья и в лаборатории геномных исследований в растениеводстве согласно методическим указаниям ВИР; рассчитаны коэффициенты фенотипического доминирования (*H<sub>p</sub>*) и показатели истинного гетерозиса.

**Результаты.** Установлено, что экстремальные температуры в период гибридизации (2023 г.) до +36°C лимитировали завязываемость зерен. В 2024 г. у всех изученных гибридов выявлен эффект гетерозиса одновременно по четырем признакам: высоте растения, длине метелки, числу и массе зерен с растения. Позитивное сверхдоминирование по всем хозяйственно ценным признакам отмечено в комбинациях 'Тобояк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', Нарпс × 'Отрада'; отрицательное сверхдоминирование – в комбинациях к-15021 × 'Тобояк', 'Отрада' × к-15021.

**Заключение.** По комплексу признаков и максимальному проявлению гибридной силы выделены перспективные комбинации: 'Тобояк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021 и Нарпс × 'Отрада'. Данные генотипы рекомендуются для дальнейшей селекционной работы как источники высокой продуктивности и адаптивности.

**Ключевые слова:** гетерозис, овес, гибриды, коэффициент фенотипического доминирования, гибридизация

**Благодарности:** работа выполнена за счет государственного задания 124022900011-6 и при поддержке Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня.

**Для цитирования:** Таутекенова А.К., Боме Н.А. Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами F<sub>1</sub> овса в условиях Северного Зауралья. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2026;187(2):137-147. DOI: 10.30901/2227-8834-2026-2-021

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы. Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы.

## GENETICS OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2026-2-o21

**Inheritance of basic agronomic traits by F<sub>1</sub> hybrids of oat (*Avena sativa* L.) under the conditions of the Northern Trans-Urals**Aziya K. Tautekenova<sup>1</sup>, Nina A. Bome<sup>2</sup><sup>1</sup> Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Research Institute of Agriculture for the Northern Trans-Ural Region, Tyumen Province, Russia<sup>2</sup> University of Tyumen, Tyumen, Russia**Corresponding author:** Aziya K. Tautekenova, [atautekenova@gmail.com](mailto:atautekenova@gmail.com)

**Background.** Development of adaptable high-yielding cultivars of common oat (*Avena sativa* L.) for the unstable climate of the Northern Trans-Urals requires the involvement of new donors of valuable genes in breeding practice and an in-depth study into the inheritance patterns of useful agronomic traits. The objective was to determine the effect of heterosis and the type of phenotypic dominance for the main quantitative characters in first-generation (F<sub>1</sub>) hybrids of common oat under the soil and climate conditions of the Northern Trans-Urals.

**Materials and methods.** In 2023–2024, fourteen hybrid combinations (F<sub>1</sub>) from crosses between local cultivars ('Tobolyak', 'Otrada', and 'Foma') and donors of crown rust resistance genes (*Pc*) were studied in the forest-steppe zone of Tyumen Province. The tests were carried out in the experimental field of the Research Institute of Agriculture for the Northern Trans-Ural Region and the laboratory of genomics research in crop production using VIR's guidelines. Phenotypic dominance coefficients (*H<sub>p</sub>*) and true heterosis values were calculated.

**Results.** It was found that extreme temperatures up to +36°C during the hybridization period (2023) limited grain setting. In 2024, all the studied hybrids manifested the effect of heterosis simultaneously in four plant characters: plant height, panicle length, grain number per plant, and grain weight per plant. Positive overdominance for all useful agronomic traits was observed in the combinations 'Tobolyak' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Foma', and Narps × 'Otrada'; negative overdominance was shown by k-15021 × 'Tobolyak', and 'Otrada' × k-15021.

**Conclusions.** Promising combinations were identified for a set of traits and the highest hybrid vigor: 'Tobolyak' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Foma', 'Foma' × k-15021, and Narps × 'Otrada'. These genotypes are recommended for further breeding work as sources of high productivity and adaptability.

**Keywords:** heterosis, oat, hybrids, phenotypic dominance coefficient, hybridization

**Acknowledgments:** the work was funded through State Task 124022900011-6 and supported by the West Siberian Interregional Scientific and Educational World-Class Center.

**For citation:** Tautekenova A.K., Bome N.A. Inheritance of basic agronomic traits by F<sub>1</sub> hybrids of oat (*Avena sativa* L.) under the conditions of the Northern Trans-Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2026;187(2):137-147. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2026-2-o21

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work. The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors or their employers.

## Введение

В современной селекции сельскохозяйственных культур гибридизация остается фундаментальным методом создания генотипов, адаптированных к изменениям климата и абиотическим и биотическим стрессам. В гибридном организме признаки и свойства, унаследованные от родительских форм, образуют различные комбинации, характер проявления которых специфичен для каждого поколения и существенно зависит от факторов окружающей среды (Krotova, Batalova, 2020). Гетерозис представляет собой свойство гибридов первого поколения превосходить родительские формы по степени развития одного или нескольких признаков. Для овса (*Avena sativa* L.), как и для других зерновых культур, гетерозис имеет практическое значение, он может увеличивать урожайность, улучшать устойчивость к болезням и стрессам, повышать качество зерна.

Одним из вредоносных заболеваний овса считается корончатая ржавчина (*Puccinia coronata* Corda f. sp. *avenae* Erikss.), и создание исходного материала крайне важно для повышения продуктивности и стабильности овса. В генетико-селекционных исследованиях выделяют истинный гетерозис (превышение по признакам над лучшей родительской формой) и гипотетический гетерозис (превышение над средним показателем обоих родителей) (Kilchevsky et al., 2008; Bogomolov, Vostrikova, 2022).

Подбор родительских пар для скрещивания представляет собой непростую задачу, так как потомству не передаются признаки или свойства родительских организмов в первоначальном виде. Наследуются гены, а проявление признаков зависит от их экспрессии в конкретных условиях окружающей среды. В связи с этим особое значение приобретает определение коэффициента фенотипического доминирования. Данный коэффициент широко используется в селекции овса для идентификации генетических взаимодействий и оценки селекционного материала на ранних этапах.

Он характеризует степень выраженности доминантных эффектов по отношению к полному доминированию либо аддитивному действию генов в формировании фенотипа гибридов. Основной отличительной особенностью гибридов  $F_1$  является проявление эффекта гетерозиса по отдельным количественным и качественным признакам, что обусловлено переходом генов в гетерозисное состояние и благоприятным сочетанием доминантных аллелей (Litun et al., 2001). При скрещивании самый высокий эффект гетерозиса отмечают у экологически и географически отдаленных родительских форм: чем больше генетические различия у родителей, тем выше вероятность гетерозиса у гибридов (Lukomets et al., 2010).

Предварительный отбор и выбраковка малопродуктивных комбинаций в ранних гибридных поколениях на основе оценки гетерозиса позволяют с высокой долей вероятности прогнозировать появление ценных трансгрессивных форм в последующих популяциях (Duktova, Kuznetsova, 2018). Это существенно оптимизирует селекционный процесс, сокращая объемы трудоемких полевых работ.

Цель исследования – определить эффект гетерозиса и тип фенотипического доминирования основных количественных признаков у гибридов первого поколения ( $F_1$ ) овса посевного в почвенно-климатических условиях Северного Зауралья.

## Материалы и методы

Полевые исследования проводились на опытном поле в лесостепной зоне Северного Зауралья (Тюменский район, пос. Московский, координаты: 57°05'20.4"N, 65°23'49.9"E); анализ растений и обработка экспериментальных данных осуществлялись в лаборатории геномных исследований в растениеводстве Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиале Тюменского научного центра СО РАН в 2023–2024 гг. Материалом для изучения параметров гетерозиса послужили 14 простых гибридных комбинаций овса посевного, созданных на основе целенаправленных скрещиваний. В качестве родительских форм использованы (табл. 1): сорта тюменской селекции: 'Тобольск' (к-15827), 'Отрада' (к-15380) и 'Фома' (к-15451); сорта – доноры генов устойчивости к корончатой ржавчине *Pc*, характеризующиеся различным эколого-географическим происхождением: 'AC Medalion' (к-14914, Канада), 'AC Francis' (к-15302, Канада), 'PC 68' (к-14398, Канада), а также донор Нарпс с геном устойчивости к корончатой ржавчине *Pc39* (к-15319) и линия к-15021 с геном устойчивости *Pc39*, которые были предоставлены из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР).

Погодные условия в годы проведения исследований (табл. 2) характеризовались значительной вариабельностью и отклонениями от среднегодовых значений. Температура воздуха в день проведения кастрации (04.07.23) варьировала в пределах 25–32°C, а в период опыления (07.07.2023–08.07.2023) – 25–28°C при полном отсутствии осадков. Пыльца овса очень чувствительна, в жаркую погоду при дефиците влаги она теряет свою жизнеспособность. В период завязываемости зерен условия были экстремальными, так как температура воздуха достигала 31–36°C. Последующее обильное выпадение осадков (40 мм, что выше нормы) на фоне понижения температуры до 17°C также оказало лимитирующее влияние на завязываемость гибридных зерен. В период формирования гибридных зерен температурный режим превышал среднегодовые значения на 2–5°C. Выпадение осадков было неравномерным, зафиксировано их отсутствие в I – II декадах августа и незначительное количество – в III декаде августа – III декаде сентября (на 2–13 мм меньше среднегодовых значений). Засуха в период формирования и налива зерна, как отмечают исследователи, способствует формированию мелкого зерна с повышенной пленчатостью и остистостью (Mansarova et al., 2020).

Оценка гибридов первого поколения ( $F_1$ ) проведена в 2024 г. В начале вегетационного периода в 2024 г. температура воздуха находилась на уровне среднегодовых значений. Осадки во второй декаде мая (69 мм) превышали среднегодовые значения (14 мм) и обеспечили достаточный запас почвенной влаги, что благоприятно отразилось на полевой всхожести семян и начальном росте растений овса. Летний период отличался умеренным температурным фоном и неравномерным распределением осадков. Наиболее критические условия сложились в I декаде июля (9 мм при норме 28 мм) и I декаде августа (12 мм при норме 20 мм). Овес – влаголюбивая культура, поэтому дефицит влаги крайне опасен в период «выход в трубку – выметывание» (Tautekenova et al., 2022). Во второй декаде августа выпало 42 мм, что в 2 раза больше среднегодовых значений. В целом вегетационный период 2024 г. был умеренно теплым

**Таблица 1. Характеристика образцов овса посевного, использованных в скрещиваниях****Table 1. Characteristics of common oat accessions used in crosses**

Сорт или линия / Cultivar or line	Номер по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Происхождение / Origin	Группа спелости / Maturity group	Наличие гена устойчивости к <i>Puccinia coronata</i> Corda f. sp. <i>avenae</i> Erikss. / Presence of <i>Puccinia coronata</i> Corda f. sp. <i>avenae</i> Erikss. resistance genes
‘Тобояк’	15827	Россия (Тюменская область)	среднеспелые	–
‘Отрада’	15380	Россия (Тюменская область)	среднеспелые	–
‘Фома’	15451	Россия (Тюменская область)	ранние	–
‘РС 68’	14398	Канада	ранние	<i>Pc 68</i>
‘АС Medalion’	14914	Канада	ранние	<i>Pc38, Pc39, Pc68, Pg2, Pg9, Pg13</i>
‘АС Francis’	15302	Канада	ранние	<i>Pc68</i>
Нарпс	15319	Россия (Ленинградская область)	ранние	<i>Pc39</i>
Без названия	15021	Россия (Ленинградская область)	ранние	<i>Pc39</i>

Примечание: (–) – нет данных о наличии генов *Pc*; ранние (86–95 суток); среднеспелые (96–105 суток)

Note: (–) no data on the presence of *Pc* genes; early (86–95 days); midseason (96–105 days)

**Таблица 2. Погодные условия в годы исследований (по данным агрометеостанции «Тюмень», пос. Московский)****Table 2. Weather conditions during the years of studies (according to the Tyumen Agrometeorological Station, Moskovsky Settle.)**

Месяц / Month	ГТК Селянинова / Selyaninov's HTC		Сумма осадков, мм / Precipitation amount, mm			Среднесуточная температура воздуха, °С / Mean daily air temperature, °C		
	2023	2024	2023	2024	ср. мн.	2023	2024	ср. мн.
Май	0,0	1,6	2	40	44	14,3	8,3	12
Июнь	1,7	1,8	86	100	61	16,6	18,6	17
Июль	0,8	0,9	54	54	87	22	19,3	18,7
Август	0,4	2,0	20	95	61	17	15,6	16,1
Сентябрь	0,3	0,6	10	21	45	12,3	12	10

и влажным, что способствовало благоприятному росту и развитию овса.

Посев родительских форм овса для гибридизации проводили 16 мая 2023 г. Делянки площадью 1 м<sup>2</sup> размещали через 40 см друг от друга, высевали вручную по 500 зерен на 1 м<sup>2</sup> в рядки с междурядьями 20 см на глубину 5 см. Гибриды первого поколения (F<sub>1</sub>) высевали в 2024 г. в гибридном питомнике по схеме P♀-F<sub>1</sub>-P♂ с междурядьями 20 см, расстоянием между растениями 10 см, длиной рядка 1 м, в однократной повторности. Сравнительный анализ родительских и гибридных форм овса проводили в лаборатории после уборочных работ на каждом растении по следующим показателям: высота растения; длина метелки; число и масса зерен с растения; объем выборки для каждого образца составил 10 растений. Наблюдения, оценки и учеты урожая проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса (Loskutov et al., 2012) и «Международным классификатором СЭВ рода *Avena* L.» (International COMECON list..., 1984).

Истинный гетерозис оценивали как процент превышения значения признака у гибрида F<sub>1</sub> над значениями лучшего родителя по формуле (Omarov, 1975):

$$Г_{ист} = \frac{F_1}{P_{луч}} \times 100 \quad (1)$$

Коэффициент истинного гетерозиса рассчитывали по Д. С. Омарову (Omarov, 1975). Характер наследования признаков определяли по коэффициенту фенотипического доминирования:

$$H_p = \frac{F_1 - MP}{HP - MP} \times 100 \quad (2)$$

где F<sub>1</sub> – это значение изучаемого признака у гибрида; H<sub>p</sub> – наилучший показатель у одной из исходных форм; MP – среднее значение признака у исходных форм. Если H<sub>p</sub> < –1, то наблюдается отрицательное сверхдоминирование; H<sub>p</sub> от –1 до 1 – промежуточное наследование (неполное доминирование); если H<sub>p</sub> > 1 – положительное сверхдоминирование (Frantsuzenok et al., 2023).

Статистический анализ результатов исследований, таких как среднее арифметическое, ошибка среднего, стандартное отклонение, t-критерий и коэффициент вариации, проводили в Microsoft Excel, различия считали достоверными при  $p \leq 0,05$  (Dospikhov, 2011).

### Результаты

В 2023 г. создан исходный материал овса по 14 комбинациям скрещивания, была проведена кастрация 616 цветков, средний процент завязываемости семян составил 8,95% по всем комбинациям (табл. 3).

мы при сравнении гибридной комбинации 'AC Medalion' × 'Тоболяк' и  $P_1$  ('AC Medalion', к-14914), 'AC Francis' × 'Тоболяк' и  $P_1$  ('AC Francis', к-15302), 'Фома' × Нарпс и  $P_1$  ('Фома', к-15451). Истинный гетерозис проявился в комбинациях: 'Отрада' × к-15021, 'AC Francis' × 'Фома', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'Фома' × к-15021, к-15021 × 'Фома', Нарпс × 'Фома', 'Фома' × Нарпс, 'Фома' × 'PC 68', Нарпс × 'Отрада' (см. табл. 4).

Степень фенотипического доминирования в гибридных комбинациях 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', к-15021 × 'Фома', Нарпс × 'Фома', 'Фома' × Нарпс, 'Фома' × 'PC 68', Нарпс × 'Отрада' ( $H_p = 1,22...61,00$ ) показана

**Таблица 3. Гибридные комбинации овса посевного, 2023 г.**

**Table 3. Hybrid combinations of common oat, 2023**

Шифр комбинации / Combination cipher	Гибридная комбинация / Hybrid combination	Группа спелости / Maturity group
A1	'AC Medalion' × 'Тоболяк'	ранние
A2	'AC Francis' × 'Тоболяк'	ранние
A3	'Тоболяк' × 'AC Francis'	среднеспелые
A4	'AC Francis' × 'Фома'	ранние
A5	'Фома' × к-15021	ранние
A6	к-15021 × 'Фома'	среднеспелые
A7	к-15021 × 'Тоболяк'	среднеспелые
A8	'Тоболяк' × Нарпс (PC 39)	ранние
A9	Нарпс × 'Тоболяк'	ранние
A10	Нарпс × 'Фома'	ранние
A11	'Фома' × Нарпс	среднеспелые
A12	'Фома' × 'PC 68'	ранние
A13	Нарпс × 'Отрада'	среднеспелые
A14	'Отрада' × к-15021	ранние

Примечание: ранние (86–95 суток); среднеспелые (96–105 суток)

Note: early (86–95 days); midseason (96–105 days)

Низкая завязываемость зерен в 2023 г. связана с высокой температурой воздуха (отклонение – 10°C) и отсутствием осадков в период опыления, что привело к потере фертильности пыльцы. Данное явление согласуется с выводами других исследователей (Rodionova et al., 1994) о том, что высокая температура и засуха в фазе цветения приводит к образованию стерильных метелок.

Высота растений является важным селекционным признаком, определяющим устойчивость овса к полеганию и общую биомассу. Высота гибридных форм характеризовалась широкой амплитудой изменчивости – от 78,0 см ('Отрада' × к-15021) до 130,0 см (Нарпс × 'Отрада'). Максимальное значение признака зафиксировано у гибрида Нарпс × 'Отрада'. У родительских форм высота варьировала в диапазоне от 91,0 см ('AC Francis') до 119,8 см ('Тоболяк') (табл. 4). Статистически достоверные различия при сравнении гибрида  $F_1$  с обеими родительскими формами отмечены в комбинациях 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, Нарпс × 'Фома', 'Фома' × 'PC 68' и Нарпс × 'Отрада'. Также различия значи-

ла положительное сверхдоминирование по признаку «высота растения». В комбинациях 'AC Medalion' × 'Тоболяк' и 'AC Francis' × 'Тоболяк' наблюдается промежуточное наследование ( $H_p = 0,74...1,02$ ). Отрицательное сверхдоминирование отмечено в гибридных комбинациях 'Фома' × к-15021, к-15021 × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Тоболяк' и 'Отрада' × к-15021 ( $H_p = -4,45...-0,10$ ) (табл. 5).

Длина главной метелки у гибридных форм варьировала от 11,0 см до 27,0 см. Наибольший показатель по длине главной метелки имел гибрид 'Тоболяк' × Нарпс. У родительских форм значения варьировали от 17,6 см ('AC Francis') до 24,8 см ('Тоболяк'). Коэффициент вариации у сорта 'AC Francis' составил 18,01%, у сорта 'Тоболяк' – 9,08%. При сравнении гибрида  $F_1$  с обеими родительскими формами были отмечены статистически достоверные различия в комбинациях 'AC Francis' × 'Фома', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Отрада' (см. табл. 4).

Истинный гетерозис получен в комбинациях 'AC Medalion' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Фома',

**Таблица 4. Сравнительная оценка гибридных комбинаций первого поколения ( $F_1$ ) с родительскими формами овса по высоте растений и длине метелки (фаза полной спелости зерна), 2024 г.****Table 4. Comparative assessment of the first-generation ( $F_1$ ) hybrid combinations with parent forms of oat according to plant height and panicle length (full grain ripeness phase), 2024**

Шифр комбинации / Combination cipher	Высота растений, $X \pm S_x$ , см / Plant height, $X \pm S_x$ , cm			Длина метелки, $X \pm S_x$ , см / Panicle length, $X \pm S_x$ , cm		
	$F_1$	$P_1$	$P_2$	$F_1$	$P_1$	$P_2$
A1	120,0 ± 0,00	93,9 ± 4,09*	119,8 ± 2,02	25,0 ± 0,00	19,9 ± 0,55*	24,8 ± 0,71
A2	116,0 ± 0,00	91,0 ± 4,42*	119,8 ± 2,02	24,0 ± 0,00	17,6 ± 1,00*	24,8 ± 0,71
A3	129,0 ± 0,00	119,8 ± 2,02*	91,0 ± 4,42*	25,0 ± 0,00	24,8 ± 0,71	17,6 ± 1,00*
A4	125,3 ± 2,01	91,0 ± 4,42*	107,0 ± 1,97*	25,0 ± 0,84	17,6 ± 1,00*	21,6 ± 0,50*
A5	117,0 ± 1,34	107,0 ± 1,97*	106,8 ± 2,62*	23,0 ± 0,45	21,6 ± 0,50	23,0 ± 0,75
A6	113,0 ± 3,30	106,8 ± 2,62	107,0 ± 1,97	22,7 ± 1,32	23,0 ± 0,75	21,6 ± 0,50
A7	112,7 ± 1,60	106,8 ± 2,62	119,8 ± 2,02	22,2 ± 0,68	23,0 ± 0,75	24,8 ± 0,71
A8	107,0 ± 5,81	119,8 ± 2,02	115,1 ± 1,76	27,0 ± 0,45	24,8 ± 0,71*	21,9 ± 0,50*
A9	115,2 ± 3,04	115,1 ± 1,76	119,8 ± 2,02	23,4 ± 0,42	21,9 ± 0,50*	24,8 ± 0,71
A10	122,0 ± 0,00	115,1 ± 1,76*	107,0 ± 1,97*	23,0 ± 0,00	21,9 ± 0,50	21,6 ± 0,50*
A11	116,0 ± 0,45	107,0 ± 1,97*	115,1 ± 1,76	19,5 ± 0,67	21,6 ± 0,50	21,9 ± 0,50
A12	117,3 ± 1,84	107,0 ± 1,97*	103,2 ± 2,09*	21,4 ± 0,52	21,6 ± 0,50	19,5 ± 0,34*
A13	130,0 ± 0,00	115,1 ± 1,76*	106,9 ± 2,20*	25,0 ± 0,00	21,9 ± 0,50*	22,2 ± 0,77*
A14	78,0 ± 0,00	106,9 ± 2,20	106,8 ± 2,62	11,0 ± 0,00	22,2 ± 0,77	23,0 ± 0,75

Примечание: \* – различия статистически достоверны при сравнении  $F_1$  и  $P_1-P_2$ ;  $F_1$  – гибриды 1-го поколения;  $P_1-P_2$  – родительские формы

Note: \* – differences are statistically significant when comparing  $F_1$  and  $P_1-P_2$ ;  $F_1$  – first-generation hybrids;  $P_1-P_2$  – parent forms

Нарпс × 'Отрада'. Положительное сверхдоминирование проявлялось у признака «длина главной метелки» в гибридных комбинациях 'AC Medalion' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Фома', и Нарпс × 'Отрада' ( $H_p = 1,06...19,67$ ). Комбинации 'AC Francis' × 'Тоболяк', 'Фома' × к-15021, к-15021 × 'Фома', Нарпс × 'Тоболяк', 'Фома' × 'PC 68' характеризовались промежуточным характером наследования признака ( $H_p = 0,03...1,00$ ). Отрицательное сверхдоминирование отмечено в комбинациях к-15021 × 'Тоболяк', 'Фома' × Нарпс и 'Отрада' × к-15021 ( $H_p = -29...-1,93$ ) (см. табл. 5).

Число зерен с растения является одним из ключевых показателей для отбора и дальнейшего использования в селекции продуктивных генотипов овса. Признак у гибридных форм варьировал в пределах от 19,0 ('Отрада' × к-15021) ( $CV = 0,0\%$ ) до 189,5 зерен ('Тоболяк' × Нарпс) ( $CV = 11,6\%$ ). У родительских форм среднее число зерен варьировало от 55,7 шт. ('PC 68') до 136,4 шт. ('Тоболяк'). Коэффициент вариации у сорта 'PC 68' составил 25,43% и 21,81% у сорта 'Тоболяк'. В большинстве случаев гибриды превосходили исходные формы по озерненности метелки. В метелках гибридных комбинаций к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк', Нарпс × 'Фома', 'Фома' × Нарпс и 'Отрада' × к-15021 число зерен было достоверно ниже по сравнению с материнской и отцовской формами (рис. 1).

Истинный гетерозис получен в комбинациях 'AC Medalion' × 'Тоболяк', 'AC Francis' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Отрада'. Большая часть (50%) гибридов имела положительное сверхдоминирование ( $H_p = 1,19...6,20$ ). Гибридные комбинации Нарпс × 'Тоболяк', 'Фома' × 'PC 68' проявили промежуточный характер наследования (0,16...0,73). Эффект отрицательного сверхдоминирования наблюдается у гибридов к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк', Нарпс × 'Фома', 'Фома' × Нарпс и 'Отрада' × к-15021 ( $H_p = -5,43...-1,14$ ).

У гибридных форм масса зерен в среднем была в пределах от 0,59 г ('Отрада' × к-15021) до 6,44 г ('Тоболяк' × 'AC Francis') (табл. 6). Гибрид 'Тоболяк' × 'AC Francis' имел наибольшую массу зерна. У родительских форм масса зерен варьировала от 2,19 ('PC 68') до 4,88 г ('Тоболяк'). Различия статистически достоверны в комбинациях 'AC Francis' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Отрада' при сравнении с обеими родительскими формами. У гибридов к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк' и 'Отрада' × к-15021 в значениях по массе зерен статистических различий не обнаружено (см. табл. 6).

Истинный гетерозис по параметру массы зерен отмечен в гибридных комбинациях: 'AC Francis' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Отрада' (рис. 2). Наследование признака массы зерен с одного растения выше-

**Таблица 5.** Характер наследования количественных признаков гибридов первого поколения ( $F_1$ )  
**Table 5.** The inheritance pattern of quantitative characters in the first-generation hybrids ( $F_1$ )

Шифр комбинации / Combination cipher	Коэффициент фенотипического доминирования / Phenotypic dominance coefficient			
	Высота растений / Plant height	Длина метелки / Panicle length	Число зерен / Grain number per plant	Масса зерен / Grain weight per plant
A1	1,02	1,08	1,57	0,55
A2	0,74	0,78	1,71	2,06
A3	1,64	1,06	1,19	2,18
A4	3,29	2,70	1,24	1,18
A5	-101,00	1,00	6,20	1,97
A6	61,00	0,52	-3,93	-1,28
A7	-0,10	-1,93	-1,14	-0,73
A8	-4,45	2,52	3,93	2,66
A9	-0,96	0,03	0,16	0,23
A10	2,70	8,33	-2,59	0,29
A11	1,22	-15,00	-4,06	0,03
A12	6,41	0,84	0,73	0,81
A13	4,63	19,67	5,69	3,75
A14	-577,00	-29,00	-5,43	-3,67

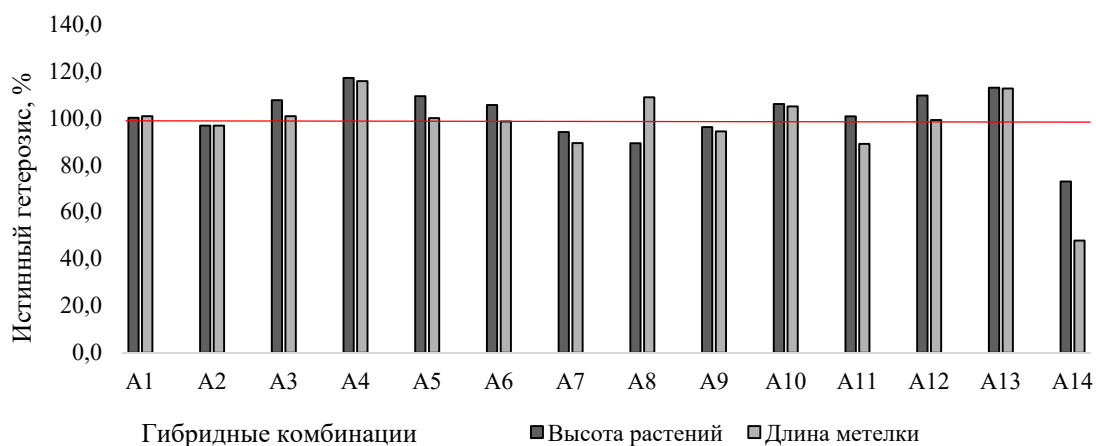
перечисленных гибридов проходило по типу положительного сверхдоминирования ( $Hr = 1,18...3,75$ ). Отрицательное сверхдоминирование отмечено в гибридных комбинациях к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк' и 'Отрада' × к-15021 ( $Hr = -3,67...-0,73$ ). Оставшиеся гибриды характеризовались неполным доминированием признака ( $Hr = 0,03...0,81$ ) (см. табл. 6).

### Обсуждение

Высота растений овса является одним из важнейших морфологических признаков, потенциально влияющих на устойчивость растений к полеганию. Полегание, в свою очередь, наносит существенный ущерб урожаю,

что приводит к снижению качества зерна. Как отмечает А. В. Любимова (Lyubimova et al., 2025), для борьбы с полеганием овса необходимо выводить сорта с генами короткостебельности. Выявленная в нашем исследовании статистически значимая дифференциация гибридов по высоте подтверждает наличие широкой генетической вариабельности исходного материала, что позволяет вести отбор на оптимальный габитус растения овса посевого.

В исследованиях Е. А. Стрельникова (Strelnikov, 2021) отмечено, что показатель «степень фенотипического доминирования» используется у многих культур для оценки селекционного материала на ранних этапах. Наши данные подтверждают возможность применения этого



**Рис. 1.** Эффект гетерозиса у гибридов первого поколения по высоте растений и длине метелки, %  
**Fig. 1.** The effect of heterosis in the first-generation hybrids for plant height and panicle length, %

**Таблица 6. Сравнительная оценка гибридных комбинаций первого поколения ( $F_1$ ) с родительскими формами овса по числу и массе зерен с растения, 2024 г.**

**Table 6. Comparative assessment of the first-generation ( $F_1$ ) hybrid combinations with parent forms of oat according to the number and weight of grains per plant, 2024**

Шифр комбинации / Combination cipher	Число зерен с растения, $X \pm S_x$ , шт. / Grain number per plant, $X \pm S_x$ , pcs.			Масса зерен с растения, $X \pm S_x$ , г / Grain weight per plant, $X \pm S_x$ , g		
	$F_1$	$P_1$	$P_2$	$F_1$	$P_1$	$P_2$
A1	156,0 ± 0,00	67,4 ± 6,68*	136,4 ± 9,41*	4,42 ± 0,00	2,82 ± 0,29*	4,88 ± 0,36
A2	165,0 ± 0,00	55,9 ± 5,69*	136,4 ± 9,41*	6,28 ± 0,00	2,23 ± 0,25*	4,88 ± 0,36*
A3	144,0 ± 0,00	136,4 ± 9,41	55,9 ± 5,69*	6,44 ± 0,00	4,88 ± 0,36*	2,23 ± 0,25*
A4	101,7 ± 6,81	55,9 ± 5,69*	96,7 ± 7,21	4,42 ± 0,41	2,23 ± 0,25*	4,25 ± 0,34
A5	123,5 ± 12,75	96,7 ± 7,21	86,4 ± 3,38*	4,97 ± 0,34	4,25 ± 0,34	2,76 ± 0,16*
A6	71,3 ± 4,08	86,4 ± 3,38	96,7 ± 7,21	2,55 ± 0,17	2,76 ± 0,16	4,25 ± 0,34
A7	83,0 ± 10,70	86,4 ± 3,38	136,4 ± 9,41	3,05 ± 0,43	2,76 ± 0,16	4,88 ± 0,36
A8	189,5 ± 6,93	136,4 ± 9,41*	100,1 ± 5,69*	6,07 ± 0,36	4,88 ± 0,36*	3,44 ± 0,17*
A9	121,2 ± 6,11	100,1 ± 5,69	136,4 ± 9,41	4,33 ± 0,21	3,44 ± 0,17*	4,88 ± 0,36
A10	94,0 ± 0,00	100,1 ± 5,69	96,7 ± 7,21	3,96 ± 0,00	3,44 ± 0,17*	4,25 ± 0,34
A11	91,5 ± 11,40	96,7 ± 7,21	100,1 ± 5,69	3,86 ± 0,63	4,25 ± 0,34	3,44 ± 0,17
A12	91,1 ± 8,93	96,7 ± 7,21	55,7 ± 4,48*	4,05 ± 0,35	4,25 ± 0,34	2,19 ± 0,20*
A13	156,0 ± 0,00	100,1 ± 5,69*	116,8 ± 7,40*	5,67 ± 0,00	3,44 ± 0,17*	4,38 ± 0,28*
A14	19,0 ± 0,00	116,8 ± 7,40	86,4 ± 3,38	0,59 ± 0,00	4,38 ± 0,28	2,76 ± 0,16

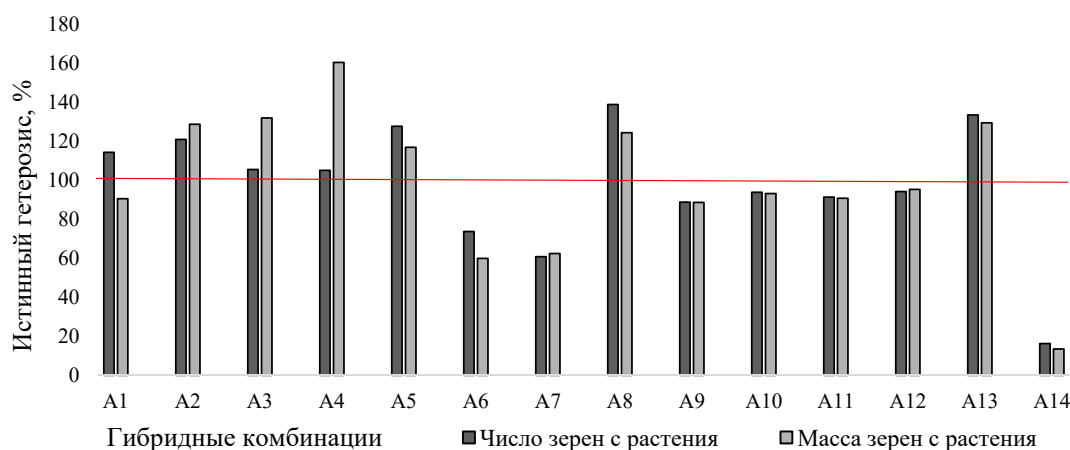
Примечание: \* – различия статистически достоверны при сравнении  $F_1$  и  $P_1-P_2$ ;  $F_1$  – гибриды 1-го поколения;  $P_1-P_2$  – родительские формы

Note: \* – differences are statistically significant when comparing  $F_1$  and  $P_1-P_2$ ;  $F_1$  – first-generation hybrids;  $P_1-P_2$  – parent forms

показателя при подборе пар для скрещивания, а также для быстрой оценки гибридного потомства.

Особое значение имеет проявление истинного гетерозиса в гибридных комбинациях, что свидетельствует о преобладании положительных эффектов доминирования и повышения высоты гибридов по сравнению с родителями. Высокие показатели фенотипического доминирования ( $H_p = 1,22...61,00$ ) в гибридных комбинациях

‘Тобольск’ × ‘AC Francis’, ‘AC Francis’ × ‘Фома’, ‘Фома’ × к-15021, к-15021 × ‘Фома’, Нарпс × ‘Фома’, ‘Фома’ × Нарпс, ‘Фома’ × ‘PC 68’ и Нарпс × ‘Отрада’ указывают на положительное сверхдоминирование, то есть гибриды превосходят родителей по высоте. В других комбинациях наблюдается промежуточное или отрицательное сверхдоминирование, что отражает разнообразие наследования. Эффект гетерозиса по признаку «высота растений» не про-



**Рис. 2. Эффект гетерозиса у гибридов первого поколения по количеству и массе зерен с растения, %**

**Fig. 2. The effect of heterosis in the first-generation hybrids for the number and weight of grains per plant, %**

явился в комбинациях 'AC Francis' × 'Тоболяк', к-15021 × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Тоболяк', 'Отрада' × к-15021. Наименьшая высота (73,0 см) представлена у гибридной комбинации 'Отрада' × к-15021, а наибольшая (96,8 см) была отмечена у гибридной комбинации 'AC Francis' × 'Тоболяк'.

Длина главной метелки у гибридных форм была в пределах от 11,0 до 27,0 см, что свидетельствует о значительном разнообразии по этому признаку. Истинный гетерозис, наблюдавшийся в гибридных комбинациях, подтверждает усиление признака за счет аллельных взаимодействий. Положительное сверхдоминирование выявлено в комбинациях 'AC Medalion' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Фома', Нарпс × 'Отрада', что говорит об устойчивом преобладании гибридных признаков над родительскими формами. Промежуточное наследование и отрицательное сверхдоминирование в гибридах показывают разнообразие взаимодействий и необходимость отбора наиболее перспективных комбинаций.

Большинство гибридных комбинаций показали преимущество по признаку «число зерен с растения» по сравнению с родительскими формами, что говорит о наличии истинного гетерозиса и повышении урожайности гибридов. Однако у гибридов к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк', Нарпс × 'Фома', 'Фома' × Нарпс и 'Отрада' × к-15021 значение озерненности было достоверно ниже, что свидетельствует об отсутствии гетерозиса в этих комбинациях.

По данным Н. В. Кротовой и Г. А. Баталовой (Krotova, Batalova, 2020), важным параметром при выведении высокопродуктивных сортов овса считается масса зерен с растения, так как она напрямую влияет на продуктивность урожая и качество зерна. Истинный гетерозис и положительное сверхдоминирование отмечены в 'AC Francis' × 'Тоболяк', 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, 'Тоболяк' × Нарпс, Нарпс × 'Отрада', что говорит о высокой продуктивности этих гибридных комбинаций и возможности их использования для увеличения урожайности. Гибридные комбинации к-15021 × 'Фома', к-15021 × 'Тоболяк' и 'Отрада' × к-15021 характеризуются отрицательным сверхдоминированием, показывая снижение массы зерен. Масса зерен в гибридных комбинациях существенно варьирует, у большинства гибридов отмечен эффект гетерозиса, что важно учитывать при селекционном отборе.

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что у всех 14 изученных гибридов первого поколения ( $F_1$ ) гетерозис отмечен одновременно по четырем хозяйственно ценным признакам: высота растения, длина метелки, число и масса зерен с растения. По комплексу признаков выделены перспективные гибридные комбинации: 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', 'Фома' × к-15021, Нарпс × 'Отрада', которые могут быть рекомендованы для дальнейших этапов селекции при создании высокопродуктивных и адаптивных сортов овса. По степени доминирования и эффекта гетерозиса самые высокие показатели по изученным признакам получены в гибридных комбинациях 'Тоболяк' × 'AC Francis', 'AC Francis' × 'Фома', Нарпс × 'Отрада', представляющих ценный материал для отбора на повышение генетического потенциала овса в Северном Зауралье.

### References / Литература

- Bogomolov M.A., Vostrikova T.V. Some aspects of the manifestation of heterosis in sugar beet hybrids (Nekotorye aspekty proyavleniya geterozisa u gibridov sakharnoy svyokly). *Sugar*. 2022;(3):46-49. [in Russian] (Богомолов М.А., Вострикова Т.В. Некоторые аспекты проявления гетерозиса у гибридов сахарной свёклы. *Сахар*. 2022;(3):46-49). DOI: 10.24412/2413-5518-2022-3-46-49
- Dospikhov B.A. Methodology of field trial (with fundamentals of statistical processing of research results) (Metodika polevogo opyta [s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy]). 6th ed. Moscow: Alyans; 2011. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд. Москва: Альянс; 2011).
- Duktova N.A., Kuznetsova N.A. The manifestation of the heterotic effect and the nature of inheritance of plant productivity traits in intraspecific durum wheat hybrids (Proyavleniye geteroziznogo effekta i kharakter nasledovaniya priznakov produktivnosti rasteniya u vnutrividovykh gibridov pshenitsy tverdoy). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2018;(4):111-114. [in Russian] (Дуктова Н.А., Кузнецова Н.А. Проявление гетерозисного эффекта и характер наследования признаков продуктивности растения у внутривидовых гибридов пшеницы твердой. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018;(4):111-114).
- Frantsuzenok A.V., Pugacheva I.G., Leshchina N.Yu., Babak O.G., Kilchevsky A.V., Gasanov S.R. et al. The manifestation of true heterosis and the nature of inheritance of yield characteristics in  $F_1$  tomato hybrids in the open ground (Proyavleniye istinnogo geterozisa i kharakter nasledovaniya priznakov urozhaynosti u gibridov tomata  $F_1$  v otkrytom grunte). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2023;(3):121-125. [in Russian] (Французенок А.В., Пугачева И.Г., Лещина Н.Ю., Бабак О.Г., Кильчевский А.В., Гасанов С.Р. и др. Проявление истинного гетерозиса и характер наследования признаков урожайности у гибридов томата  $F_1$  в открытом грунте. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023;(3):121-125).
- International COMECON list of descriptors for *Avena* L. Leningrad: VIR; 1984. [in Russian] (Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. Ленинград: ВИР; 1984).
- Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V., Tarutina L.A., Shapturenko M.N. Heterosis in the breeding of agricultural plants (Geterozis v seleksii selskokhozyaystvennykh rasteniy). *Molecular and Applied Genetics*. 2008;8:7-24. [in Russian] (Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., Тарутина Л.А., Шаптуренко М.Н. Гетерозис в селекции сельскохозяйственных растений. *Молекулярная и прикладная генетика*. 2008;8:7-24).
- Krotova N.V., Batalova G.A. Inheritance of the main economically valuable traits by spring oat hybrids  $F_1$  in the Volga-Vyatka region. In: *Methods and Technologies in Plant Breeding and Crop Production (Metody i tekhnologii v seleksii rasteniy i rasteniyevodstve): Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 125th Anniversary of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky*. Kirov; 2020. p.109-114. [in Russian] (Кротова Н.В., Баталова Г.А. Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами  $F_1$  ярового овса в условиях Волго-Вятского региона. В кн.: *Методы и технологии в селекции рас-*

тений и растениеводстве: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого. Киров; 2020. С.109-114).

- Litun P.P., Kirichenko V.V., Bondarenko L.V. Heterosis according to traits with systemic control in plants, and its prediction (Geterozis po priznakam s sistemnym kontrolom u rasteniy i yego prognozirovaniye). In: *Works on Fundamental and Applied Genetics (Dedicated to the 100th Anniversary of Genetics) (Trudy po fundamentalnoy i prikladnoy genetike [k 100-letnemu yubileyu genetiki])*. Kharkiv: Shtrikh; 2001. p.151-169. [in Russian] (Литун П.П., Кириченко В.В., Бондаренко Л.В. Гетерозис по признакам с системным контролем у растений и его прогнозирование. В кн.: *Труды по фундаментальной и прикладной генетике (к 100-летию юбилею генетики)*. Харьков: Штрих; 2001. С.151-169).
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. (comp.). Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats (Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsya). I.G. Loskutov (ed.). 4th ed. St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / сост. И.Г. Лоскутов, О.Н. Ковалева, Е.В. Блинова; под ред. И.Г. Лоскутова. 4-е изд. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).
- Lukomets V.M., Tishkov N.M., Baranov V.F., Piven V.T., Shulyak I.I. Toro Correa H.A. Methods of conducting agronomic experiments with oilseed crops (Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kulturami). 2nd ed. Krasnodar; 2010. [in Russian] (Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф., Пивень В.Т., Шуляк И.И., Торо Корреа У.А. Методика проведения агротехнических опытов с масличными культурами. 2-е изд. Краснодар; 2010).
- Lyubimova A.V., Eremin D.I., Akhtyamova A.A. Influence of the dwarfing gene *Dw6* on the height of oat plants in  $F_1$ – $F_2$  populations. In: *Priority Areas for Improving the Efficiency, Competitiveness and Sustainability of the Agricultural Sector (Prioritetnye napravleniya povysheniya effektivnosti, konkurentosposobnosti i ustoychivosti agrarnoy otrasli): Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to the 105th Anniversary of the Tatar Research Institute of Agriculture, Kazan Scientific Center, RAS*. St. Petersburg: Scientia; 2025. p.101-105. [in Russian] (Любимова А.В., Ерёмин Д.И., Ахтямова А.А. Влияние гена короткостебельности *Dw6* на высоту растений овса в популяциях  $F_1$ – $F_2$ . В кн.: *Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН*. Санкт-Петербург: Сциентиа; 2025. С.101-105). DOI: 10.32415/scientia\_978-5-907902-43-5(101-105)
- Mansapova A.I., Pyko T.Yu., Berendeeva L.O. Cultivation of new oat cultivars in the subtaiga of Omsk Province. Practical manual (Vozdelyvaniye novykh sortov ovsya v usloviyakh podtaygi Omskoy oblasti. Prakticheskoye posobiye). Omsk; 2020. [in Russian] (Мансапова А.И., Пыко Т.Ю., Берендеева Л.О. Возделывание новых сортов овса в условиях подтайги Омской области. Практическое пособие. Омск; 2020).
- Omarov D.S. To the method of recording and assessing heterosis in plants (K metodike ucheta i otsenki geterozisa u rasteniy). *Agricultural Biology*. 1975;10:123-127. [in Russian] (Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1975;10:123-127).
- Rodionova N.F., Soldatov V.N., Merezsko V.E., Yarosh N.P., Kobylansky V.D. Flora of cultivated plants. Vol. 2, Pt. 3. Oat (Oves). V.D. Kobylansky, V.N. Soldatov (eds). Moscow: Kolos; 1994. [in Russian] (Родионова Н.Ф., Солдатов В.Н., Мережко В.Е., Ярош Н.П., Кобылянский В.Д. Культурная флора. Т. 2, ч. 3. Овес / под ред. В.Д. Кобылянского, В.Н. Солдатов. Москва: Колос; 1994).
- Strelnikov E.A. Effect of heterosis and phenotypic dominance in interline hybrids of winter rapeseed. In: *Current Issues of Crop Biology, Breeding, Cultivation and Processing Technologies (Aktualnye voprosy biologii, seleksii, tekhnologii vozdeliyvaniya i pererabotki selskokhozyaystvennykh kultur): Proceedings of the 11th All-Russian Conference for Young Scientists and Specialists*. Krasnodar; 2021. p.115-120. [in Russian] (Стрельников Е.А. Эффект гетерозиса и фенотипического доминирования у межлинейных гибридов рапса озимого. В кн.: *Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: сборник материалов 11-й Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов*. Краснодар; 2021. С.115-120). DOI: 10.25230/conf11-2021-115-120
- Tautekenova A.K., Mamaeva V.S., Eremin D.I. The model of the variety as the basis of marker selection of oats for Western Siberia (analytical review). *Epokha nauki = The Epoch of Science*. 2022;(31):188-194. [in Russian] (Таутекенова А.К., Мамаева В.С., Ерёмин Д.И. Модель сорта как основа маркерной селекции овса посевного для Западной Сибири (аналитический обзор). *Эпоха науки*. 2022;(31):188-194). DOI: 10.24412/2409-3203-2022-31-188-194

### Информация об авторах

**Азия Кайсаровна Таутекенова**, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН, 625501 Россия, Тюменская обл., Тюменский р-н, п. Московский, ул. Бурлаки, 2, [atautekenova@gmail.com](mailto:atautekenova@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8964-4010>

**Нина Анатольевна Боме**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой, Тюменский государственный университет, 625003 Россия, Тюмень, ул. Володарского, 6, [bomena@mail.ru](mailto:bomena@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5467-6538>

### Information about the authors

**Aziya K. Tautekenova**, Associate Researcher, Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Research Institute of Agriculture for the Northern Trans-Ural Region – branch of the TSC SB RAS, 2 Burlaki St., Moskovsky

Settlem., Tyumensky District, Tyumen Province 625501, Russia, atautekenova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8964-4010>

**Nina A. Bome**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of a Department, University of Tyumen, 6 Volodarskogo St., Tyumen 625003, Russia, bomena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5467-6538>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

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

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.01.2026; одобрена после рецензирования 21.04.2026; принята к публикации 12.05.2026.  
The article was submitted on 21.01.2026; approved after reviewing on 21.04.2026; accepted for publication on 12.05.2026.